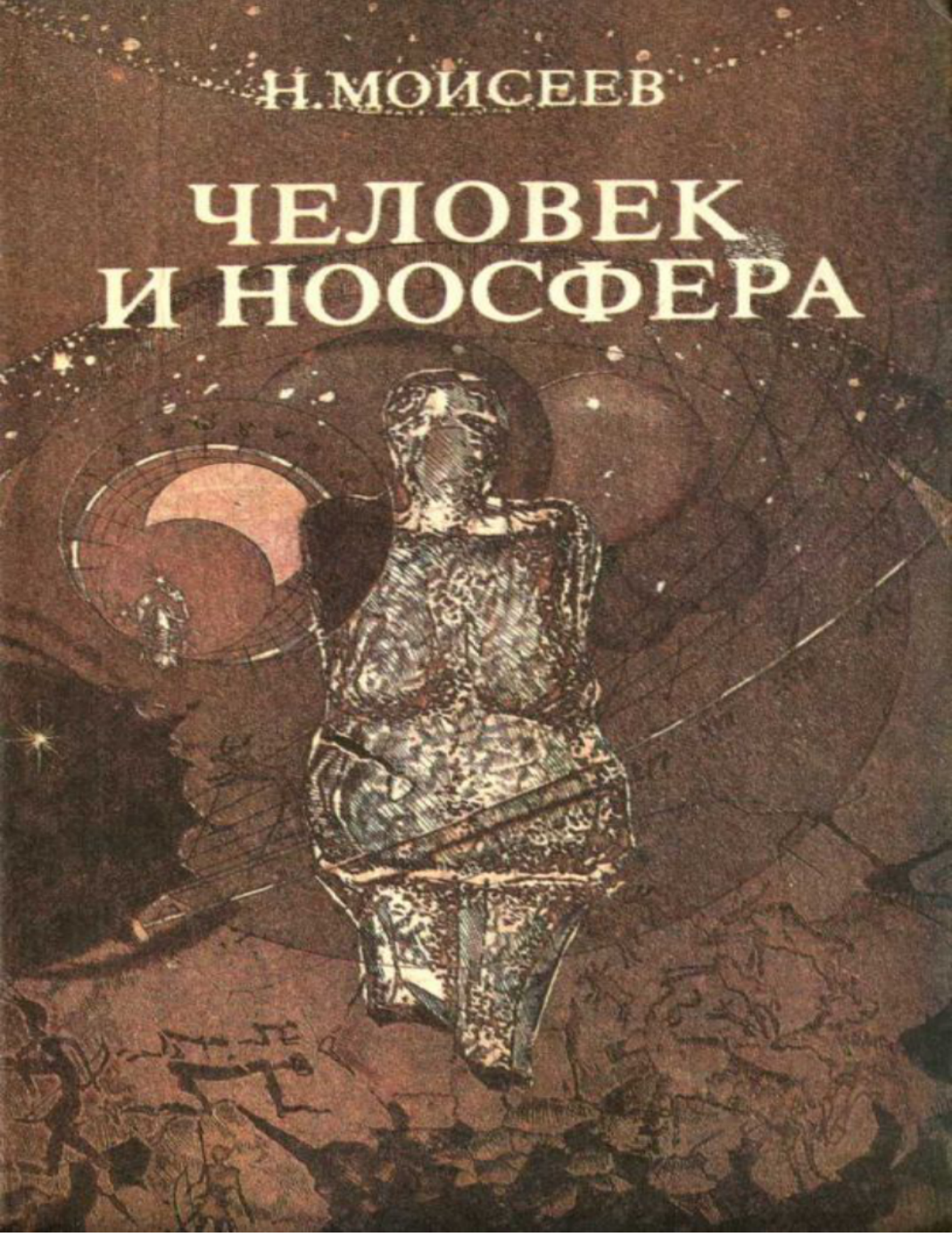
Н. МОИСЕЕВ

ЧЕЛОВЕК И НООСФЕРА



SHOUT
SHARE
IT

Annotation

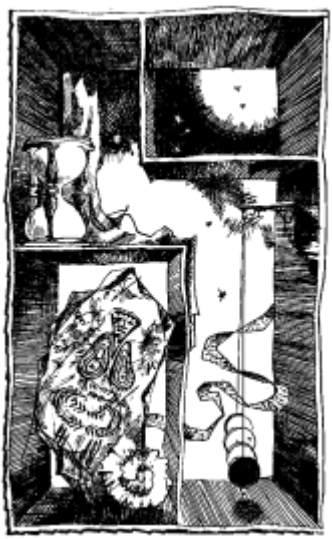
В книге исследуется острая проблема совместной эволюции (коэволюции) Человека и Природы, условий выживания людей и окружающей среды, перспективы развития ноосферы — биосферы и Разума.

- Моисеев Н. Н
  -
  -
  - Двадцатый — век предупреждения
  - ЧАСТЬ I
  -
  -
    - Продолжение разговора с читателем
    - ГЛАВА I
      - Оправдание единства
      - Учение о ноосфере
      - О единой картине мира
    - ГЛАВА II
      - Основы единого языка
      - Некоторые общие свойства
      - Редукционизм и механизмы «сборки»
      - Механизм обратной связи
      - Исследование процессов развития
      - Замечания о принципах
    - ГЛАВА III
      - Возникновение генетической
      - Рефлексное управление
      - Механизмы кооперации
      - Негенетические формы памяти
    - ГЛАВА IV
      - Что мы будем
      - Небольшой экскурс
      - Появление еще одной формы памяти
      - Заключительная фаза антропогенеза
    - ГЛАВА V
      - Искусственное как закономерное
      - О парадоксах «искусственного»
    - ГЛАВА VI
      - О понятиях «информация» и «память»
      - Изменение роли и места
      - Наука как форма накопления,
      - Об информационном

- О термине «искусственный интеллект»
- Имитационные системы
- Вычислительные системы
- Заключение к первой части

- Часть II
-
-
    - Встреча с современностью
    - ГЛАВА I
        - Конвергенция или плюрализм
        - Плюрализм национальный
        - Нравственный императив
        - Современный гуманизм
        - Точка омега и
    - ГЛАВА II
        - Еще раз о рациональной
        - Коллективные решения
        - Пример простейшего
        - Ситуация «путешественников
        - Некоторые комментарии
        - «Институты согласия» в условиях
        - Подведем некоторые итоги
        - Еще раз о проблемах коэволюции
    - ГЛАВА III
        - Общие рассуждения
        - Направляемое развитие
        - Несколько замечании об управлении
        - Несколько слов о социализме
        - Глобальные процессы:
        - Обращение к человеку

Моисеев Н. Н
ЧЕЛОВЕК
И
НООСФЕРА



Н. МОИСЕЕВ

ЧЕЛОВЕК И НООСФЕРА

МОСКВА
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»
1990

Художник Д. Каменщиков

Двадцатый — век предупреждения

Двадцатый век… еще бездомней,
Еще страшнее жизни мгла
(Еще чернее и огромней
Тень Люциферова крыла).

А. Блок

Двадцатый век, вероятно, войдет в историю как «век предупреждения». Тысячелетиями накапливавшийся потенциал знания, людской воли, форм социальных структур приобрел совершенно новые возможности уже в период первой промышленной революции. Получив в свое распоряжение огромные запасы энергии ископаемых углеводородов, человек начал использовать их с максимально возможной эффективностью. И жизнь его начала изменяться. Сначала, может быть, незаметно, но постепенно скорость перемен все возрастала, и XIX век тому свидетель. Правда, начало и конец его не очень, по нынешним меркам, отличались друг от друга. Однако уже появились пароходы и железные дороги, хотя улицы еще заполнялись конными экипажами, кавалерия гарцевала на парадах, а пышные одежды венценосцев и генеральские эполеты как бы символизировали незыблемость веками освященных стандартов мысли и идеалов. И только самые прозорливые видели, что в наступающем столетии старому миропорядку не будет места.

XX век оказался веком коренной ломки наших обычных представлений, приведших к фантастическому взлету техники, а также росту производительных сил. Радио, телевидение, вычислительная техника, выход в космос, приручение ядерной энергии, генная инженерия, пластиковые материалы — все эти технические новшества неузнаваемо изменили нашу жизнь, предоставили такие блага, о которых и не могли мечтать наши предки. Образ жизни, наши мысли и само понимание мира за это столетие неузнаваемо изменились. Но вместе с тем новые возможности поставили нас перед лицом трудностей, о которых еще несколько десятилетии назад никто и не предполагал. И главная из них та, что человечество обрело возможность самоуничтожения!

Оно может произойти в одночасье, если разразится ядерная война, а может превратиться в процесс медленной и мучительной деградации, если, избежав ядерной катастрофы, люди не научатся

жить в гармонии с Природой и будут продолжать загрязнять окружающую среду, сокращать генофонд, уничтожать тропические леса и т. д.

Последняя четверть нынешнего века — это длинная серия предупреждений. Ученые показали, что следствием ядерной войны будут «ядерная ночь» и «ядерная зима». Трагедия Чернобыля зримо продемонстрировала, что нас ждет, если атомные станции подвергнутся разрушениям. А это может случиться из-за недобросовестности персонала, технических ошибок, в результате действия террористов и еще по многим, многим причинам. А эти станции уже сейчас покрывают всю наиболее промышленно развитую часть планеты.

Но только ли атом грозит нам сегодня? Кислые дожди, уничтожившие рыбу в озерах Скандинавии, загрязнения Ладоги, Байкала, Великих американских озер, превращение Рейна в сточную канаву — разве такие факты не предупреждения о том, что мы находимся на пороге «запретной черты»?! И это уже понимают многие. В отличие от жителей развитых стран конца прошлого века мы знаем, что век грядущий захлестнет нас потоком новых труднейших проблем, к которым нам надо готовиться сегодня!

Вот почему о дне наступающем, о том, что нас ждет в ближайшие десятилетия, размышляют сегодня не только футурологи, но и ученые самых разных профессий, и просто интеллигентные люди.

Размышления о дне наступающем становятся насущной потребностью общества. Они должны содействовать установлению интеллектуального и нравственного климата, необходимого для изменения того русла нашей реки жизни, которое нас может подвести к катастрофе, если мы не научимся по-новому мыслить, если не произойдет общепланетарная Перестройка.

Человеку предстоит разумно использовать те потенциальные возможности, которые дала ему Природа. А для этого ему понадобится определенная общепланетарная стратегия. Процесс ее формирования будет трудным и длительным и потребует непредвзятого анализа самых разных сторон нашего общественного и технического развития, взаимоотношений с Природой, составной частью которой мы все являемся.

Обсуждение этих проблем должно быть избавлено от цепей догм и стандартов. Мне кажется очень важным, чтобы в них участвовали специалисты самых разных профессий. Ведь у каждого из них свой собственный ракурс видения происходящего. И это послужит известной гарантией того, что анализ будет

достаточно объективным и всесторонним.

Предлагаемая книга написана человеком, первоначальное образование которого математика и физика. Последние двадцать лет мне пришлось заниматься изучением больших компьютерных моделей биосферы. Весь этот опыт наложил, конечно, определенный отпечаток на характер моего мышления и способствовал созданию специфического видения предмета. Вместе с тем он сформировал и некоторую научную позицию, лишенную обществоведческих стереотипов, нередко мешающих гуманитариям увидеть своеобразие современного этапа социального развития. Эту позицию я бы назвал «физикалистской», и читатель, осилив эту книгу, наверное, согласится с этим выводом.

Такая позиция, конечно, не может претендовать на универсальность так же, как и терминология, которой я пользуюсь в книге. Тем не менее физикалистская позиция в сочетании с теми общественными идеями, которые благодаря информатике приобретают все большее значение, позволяет глубже исследовать некоторые особенности общественной эволюции, на мой взгляд, явно недостаточно изученные.

Начинаю свою книгу я с изложения той «картины мира», какой она мне представляется, и того места в ней человека, которое он занимает в этом вечно меняющемся и усложняющемся мире. После этого я постепенно перехожу к обсуждению проблем гуманитарных и рациональной общественной организации, в частности. Закончить книгу я попытался объяснением своего видения общественного устройства планеты XXI века. Но не как футуролог или утопист, а как исследователь сложных систем, который, опираясь на общие законы развития и знание прошлого, стремится увидеть контуры ближайшего будущего. Для этого мне и приходится значительную часть книги посвятить общеметодологическим проблемам.

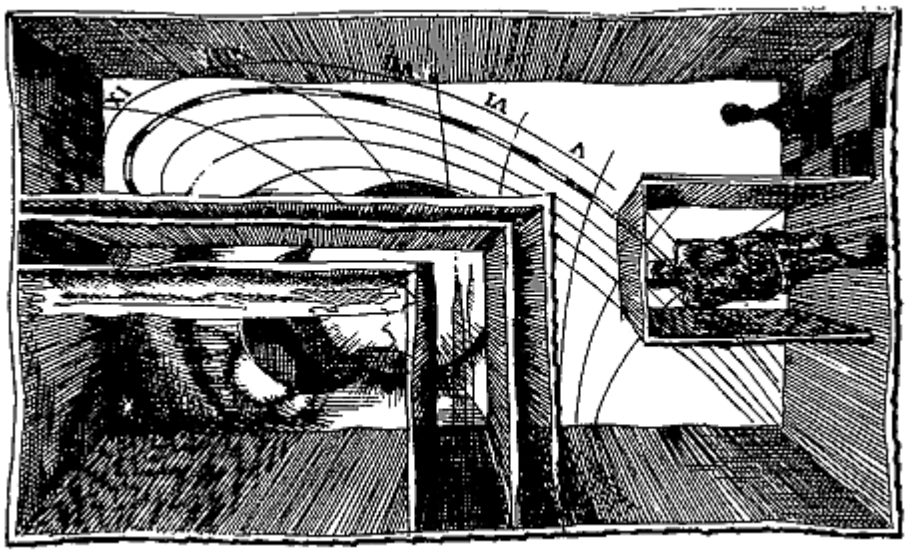
ЧАСТЬ I
От стратегии Природы к стратегии Разума

Не то, что мните вы, природа:
Не слепок, не бездумный лик —
В ней есть душа, в ней есть свобода,
В ней есть любовь, в ней есть язык,
Ф. Тютчев

Часть I От стратегии Природы к стратегии Разума

Не то, что мните вы, природа:
Не слепок, не бездумный лик —
В ней есть душа, в ней есть
свобода,
В ней есть любовь, в ней есть
язык.

Ф. Тютчев


IV
VI
V

Продолжение разговора с читателем

Для того чтобы выполнить задуманное, мае надо объяснить читателю, что меня приводит к представлению о характере первых десятилетий наступающего XXI века. Вот почему первая часть предлагаемой книги посвящена попытке увидеть и описать некоторые общие черты мирового эволюционного процесса и места в нем Человека; понять, что означает эпоха ноосферы, и рассказать о том, какой мне видится логика развития Природы, которая подводит нас к понятию ноосферы как одного из возможных будущих состояний верхних оболочек Земли.

Подобные вопросы носят прежде всего общеметодологический, философский характер. В то же время трудности, порожденные развитием цивилизации, и растущая деградация окружающей среды, и ухудшение условий жизни людей рождают желание действовать, искать новые концепции общественного развития, создавать международные программы и т. д. Тем более что существует множество дел, которые, не откладывая на завтра, надо делать уже сегодня, — проектировать и внедрять безотходные технологии, пытаться сохранить такие уникальные экосистемы, как озеро Байкал и ему подобные природные феномены, защитить от «цивилизованных хищников» остатки былого разнообразия жизни на нашей планете и т. д. И может статься, что общие рассуждения о ноосфере, о единой картине эволюционного процесса могут показаться людям, которые занимаются практическими вопросами защиты природы, по меньшей мере неуместными в книге, которая претендует на анализ самых больных вопросов современности. Поэтому, прежде чем начать изложение, мне придется кое-что объяснить.

Наше всемирное общество стоит на распутье. Из множества дорог, которые нам сегодня открываются, предстоит выбрать, может быть, всего лишь одну! И без нового понимания, без нового осмысления всего процесса развития, его закономерностей и тенденций нам не удастся сделать необходимого выбора.

Из самых строгих расчетов мы сегодня уже знаем, что никакие безотходные технологии и иные природоохранительные действия при всей их абсолютной и жизненной необходимости сами по себе не способны решить проблему спасительного взаимоотношения Человека и Природы. Нужно гораздо больше. При нынешней несбалансированности производства и потребления с естественными циклами биосферы подобные меры помогут лишь выиграть некоторое время для более радикальной перестройки, которой, может быть, придется затронуть и

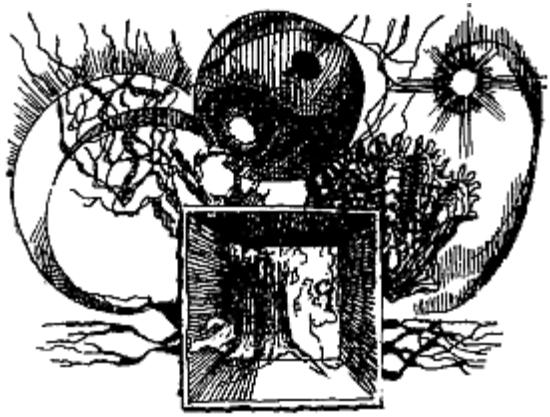
структуру самих биосферных циклов. А к такой перестройке нельзя приступить без достаточно целостной всеобъемлющей концепции того, что мы называем местом Человека во Вселенной.

Этот философский вопрос оборачивается самой что ни на есть прагматической проблемой — проблемой выбора стратегии человеческой деятельности. Эта связь, разумеется, достаточно опосредована. Ее разглядеть непросто, ибо она затрагивает глубочайшие тайны, как говорилось в былые времена, «человеческих душ», например, каким образом у людей формируются представления о том, что хорошо, а что плохо. Ведь именно такие критерии в конечном счете и определяют тот выбор поведения, который предстоит сделать Человеку в нынешнее время.

Мы не знаем всех особенностей становления нашего миропонимания; но то, что видение будущего требует знания прошлого, что общая познавательная позиция является его неотъемлемой составляющей, — это-то мы знаем точно.

Вот почему мне показалось необходимым относительно подробно рассказать о целом ряде вопросов, носящих общеметодологический и, если угодно, философский характер. Тем более что на их основе будет строиться и та схема поисков решения проблем коэволюции биосферы и Человека, которой посвящена вторая часть книги.

ГЛАВА I
Эскиз мирового эволюционного процесса



Оправдание единства

За последние десять лет развитие физики, биологии, общественных наук нам дало, кажется, необозримое множество фактов. Река знаний, ограниченная скалистым каньоном в эпоху средневековья, вырвалась на равнину в эпоху Возрождения и разлилась на бесчисленное множество рукавов и проток. И их уже невозможно охватить единым взглядом. Ученые, даже работающие в близких областях, перестают понимать друг друга. И часто не способны объяснить своим коллегам содержание предположений, гипотез, ради которых они затевают то или иное исследование. И при этом они могут иметь одинаковые дипломы и говорить на одном и том же языке. Что же тогда говорить о людях, работающих в разных сферах науки. Гуманитарий и физик, экономист и биолог — можно ли говорить о них как о представителях единой культуры, способных оценить вклад тех или других в общую цивилизацию?

Эти вопросы уже давно волнуют ученых и философов. Знаменитый немецкий математик, вероятно, самый крупный математик XX века, Давид Гильберт, видя подобный процесс растекания реки знаний, говорил о том, что этот поток подобен горным рекам. Втекающие в пустыни, лежащие у подножий хребтов, эти реки постепенно разбиваются на ручейки и уходят в песок, так и не достигнув моря. Может быть, и нашим знаниям уготована подобная судьба — утеря единства потока и последующего его иссушения.

А замечательный английский романист и одновременно физик и философ Чарльз Сноу говорил, что в мире возникают две культуры — естественников и гуманитариев. Между ними образовалась пропасть, которая все время углубляется и расширяется — духовное и физическое необъединимы!

И кажется, что такой процесс дифференциации знаний, распадения целого на отдельные ячейки диктуется самой логикой развития науки, необходимостью глубокой профессионализации.

Но одновременно были и другие суждения. Еще в прошлом веке известный русский физиолог Иван Сеченов говорил о том, что понять Человека можно только в его единстве — плоти, духа и природы, частью которой он является. И будущее науки лежит на пути объединения этих трех начал. Десятком лет позже Карл Маркс сказал нечто очень близкое: в будущем все науки о природе и обществе должны будут слиться в единую науку о Человеке.

Так где же истина? Я думаю, что правы и те и другие. Растекание реки знаний неизбежно. Оно диктуется необходимостью высокого профессионализма, конкретных детальных знаний, без которых дальнейшие исследования действительно могут исчерпать сами себя. Но в не меньшей степени нужны и синтетические конструкции, необходим комплексный разноплановый анализ, опирающийся на данные различных наук, требующий синтеза знаний, появления единых точек зрения. Их нужда особенно возрастает тогда, когда речь идет об оценке перспективы, о выборе дальнейших путей развития общества, о выборе его стратегии.

Другими словами, река знаний действительно распадается на все большее число рукавов и проток, но это не приводит к их усыханию, ибо непрерывно идет и обратный процесс. Он тоже очень многолик и многогранен и приводит не только к объединению разных дисциплин и развитию конкретных областей знаний, но и к новому целостному видению мира. И оно для Человека не менее необходимо, чем конкретные знания конкретных наук. Особенно в те времена, когда история общества переживает эпоху перехода от одних жизненных стандартов к другим.

Одним из важнейших элементов мировоззрения Человека является представление о мире и своем месте в этом мире или, как иногда говорят, о единой картине мира. Она меняется во времени. Новые научные данные ее непрерывно строят и пересматривают. И ее эволюция интересна и поучительна.

Истоки нашей европейской цивилизации лежат в античной Греции, создавшей культуру, обладавшую удивительной

цельностью и единством. Древним эллинам — этому маленькому народу — удалось не только выжить и выстоять в окружении других более богатых и могущественных народов, но и оказаться родоначальником того рационального гуманизма, который сегодня определяет черты европейской культуры и которому, как мне кажется, именно и суждено будет найти выход из современных кризисных состояний.

Греки обладали на редкость цельным и ясным миропониманием. Был Космос, Небо, там жили боги. На Земле жили люди. Но пропасти между ними не было. Они составляли единое целое. Боги были очень похожи на людей. Они могли и пьянствовать, и прелюбодействовать. Но всегда были готовы вмешаться в судьбы людей, столь похожих на них самих. Хотя они могли их карать, но тем не менее их никогда не покидал дух доброжелательства по отношению к людям. Они готовы были им помогать и даже поднимать на небо и делать их равными себе. Я думаю, что основной завет христианства «возлюби ближнего своего как себя самого» в значительно большей степени обязан древнегреческой традиции, чем грозному указующему персту Иеговы.

И в темное тысячелетие средневековья влияние античного мира, связь с греческой культурой никогда не прерывалась. Ее связующими звеньями были развалины того, что называлось когда-то Римом, связь шла и через Византий, который смог дожить до эпохи Возрождения. Я употребил выражение «темное тысячелетие». Это выражение не совсем верное. В эту эпоху появились готика, сочинения отцов церкви, иконы Рублева. И самое главное — сохранилось аристотелевское видение мира, того неразрывного единства, где вместе живут и Бог, и Космос, и Человек. Связь с прошлым не покидала людей.

Но вот грянула революция, которую принято связывать с именами Коперника, Галилея и Ньютона. Возник научный метод, которому мы сегодня обязаны всеми достижениями науки и техники. Но вместе с приобретениями пришли и потери. Единый и цельный мир вдруг распался. Человек оказался из него изъятым. Космос начал жить сам по себе, подчиняясь законам физики, законам заведенного автомата, судьба которого в значительной степени предначертана. А человек тоже сам по себе: с его духовным миром, с его иррациональностью и непредсказуемостью поведения — такой формировалась новая парадигма. И первым увидел эту противоречивость Э. Кант — противоречие между жесткой регламентацией мира физики и ничем не ограниченным полетом духовности.

Эпоха Просвещения довершила эту разобщенность. Вспомним

рассказ о том, как будущий маркиз де Лаплас — маркизом он стал после реставрации — подарил императору Наполеону свою книгу с изложением космогонической теории, известной ныне под именем теории Канта — Лапласа. Прочтя эту книгу, Наполеон сказал Лапласу: «Я не увидел место Бога в твоей системе». На это Лаплас ответил: «Мой император, этой гипотезы мне не потребовалось». Таким образом, к началу XIX века единство миропонимания осталось лишь в религиозных учениях.

Если век XVIII мы имеем полное право назвать веком Ньютона, то век XIX, надо согласиться в этом с Больцманом, следует назвать веком Дарвина. Создание эволюционной теории тоже было революцией, подготовленной систематиками: Ламарком и многими другими. Так же как и в механику и физику, теперь уже в биологию пришли идеи движения и развития. Более того, были названы три ключевых слова: «изменчивость», «наследственность» и «отбор», которым, как мы увидим ниже, будет суждено сделаться основой некоего весьма универсального языка, описывающего процессы развития языка, позволяющего объединить, казалось бы, самые различные этажи познания.

Но теория эволюции Дарвина не содержала сама по себе какого-либо синтезирующего начала. Более того, она в чем-то противоречила тому представлению о материальном мире, которое сложилось в физике. Вспомним, что именно в середине XIX века, то есть в то же время, когда создавалась теория происхождения видов, было установлено второе начало термодинамики, и понимание его значения для физики совпало с утверждением дарвинизма. Но согласно второму закону термодинамики тенденции в развитии замкнутых систем проявлялись в росте энтропии, то есть меры хаоса, постепенной потери организованности. А теория эволюции живого вещества утверждала как раз обратное. Со временем происходит непрерывное усложнение организации и рост разнообразия, которое позднее получит в биологии название закона цефализации. Более того, как однажды покажет Фишер, усложнение и разнообразие организационных структур необходимы для обеспечения жизнестойкости, устойчивости популяций (закон Фишера).

Таким образом, во второй половине XIX века произошло очевидное размежевание наук, одни из которых мы теперь относим к точному естествознанию (физические науки), другие к естественным — это биология в первую очередь. Но, кроме того, существуют еще и науки об обществе, о его развитии и самом Человеке. Однако все эти дисциплины развивались отдельно. Считалось, что каждая из этих трех сфер нашего мира существует

как бы сама по себе и, во всяком случае, подчиняется своим собственным законам.

Но в том же XIX веке начали формироваться и иные тенденции. Они шли сначала главным образом от философии и религиозного мышления. Я уже сказал, что Кант — один из создателей первой космогонической гипотезы, этого типичного порождения ньютоновского образа мышления, — уже обратил внимание на то противоречие, которое существует в картине мира, сложившейся к концу XVIII века: Космос, Вселенная сами по себе и феномен человека сам по себе. Истинно научными считались только те знания, которые не зависели от человека, который являл собой лишь постороннего наблюдателя. В такой постановке очень многое осталось за кадром научного мышления. Еще более резко сказал об этом И. Одоевский: европейский рационализм нас лишь подвел к вратам истины, но открыть их он не сможет. И вот в России во второй половине XIX века возникает своеобразное умонастроение, называемое теперь русским космизмом.

Это течение, которое в философии было представлено целым рядом блестящих умов, таких, как И. Киреевский, В. Соловьев, Н. Федоров, П. Флоренский, Н. Лосский, а в литературе — Л. Толстым, Ф. Достоевским и многими другими, не было школой в ее научном понимании. Это было именно умонастроение широких кругов русской демократической интеллигенции. Вот ее основные черты: Человек — составная часть Природы; Человека и Природу не следует противопоставлять друг другу, а рассматривать их надо в единстве; Человек и все, что его окружает, — это частицы единого, Вселенной. И в этом контексте не так уж важно то, что один назван Богом, а другие — Вселенной. Поэтому не случайно, что к течению русского космизма были близки многие естествоиспытатели и ученые (К. Циолковский, Д. Менделеев, И. Сеченов и др.).

Несмотря на всю пестроту этого течения мысли, именно в его рамках зародилось понимание неизбежности противоречий между Разумом и Природой, Человеком и окружающей средой. И вместе с ним пришло понимание ответственности Разума за отыскание путей его разрешения и того, что эти противоречия могут однажды привести человечество к катастрофе. Возникли идеи совершенствования нравственного начала, создания некоего нового мирового правопорядка, актуальность которого возросла только в наше время на фоне грандиозных достижений естественных наук, техники и технологий. Новый правопорядок и новая моральная основа человеческого общества — необходимые условия дальнейшего развития цивилизации, всего человеческого

рода. И наиболее ярко об этом сказал, вероятно, Ф. Достоевский. Сейчас подобное эмоциональное восприятие технической цивилизации и урбанизации, предчувствие надвигающегося морального кризиса, характерное не только для него, но и для других космистов, превращается в «эмпирическое обобщение», в реальность, определяющую нашу деятельность. Оно диктует нам необходимость создания новой морали, нового взаимоотношения между народами, нового отношения к себе и природе.

За восемьдесят лет до Печчеи и Форрестера — людей, бесспорно, замечательных, Н. Федоров писал: «Итак, мир идет к концу, а человек своей деятельностью даже способствует приближению конца, ибо цивилизация эксплуатирующая, а не восстанавливающая, не может иметь иного результата, кроме ускорения конца» (Федоров Н. Соч. М., 1982, с. 301). И чтобы отчетливее передать черты той атмосферы конца прошлого века, в которой развивался критицизм существовавшей тогда научной парадигмы, приведу еще одно высказывание Н. Федорова: «Свобода без власти над природой — это все равно, что освобождение крестьян без земли». (Эти слова писались через 30 лет после ликвидации крепостного права в России. — Н. М.) «При такой свободе остается только ждать и прогнозировать, когда же человечеству не станет хватать угля, железа и хлеба, чтобы в конце концов подчиниться природе и отдать ей свою жизнь».

В понимании Н. Федорова власть над природой совсем не тождественна установке покорения природы Ф. Бэкона. Она означает такую способность вмешиваться в естественный ход природных и общественных процессов, которая обеспечит человечеству его будущность.

Иными словами, нужны не слепое подчинение обстоятельствам и констатация фактов, а попытки конструктивного решения возникающих коллизий и трудностей, попытки понять тот общепланетарный порядок, который необходим для продолжения истории цивилизации. Именно общепланетарный, ибо биосфера и общество — это одно целое, и никакие локальные мероприятия по спасению того или другого не могут дать удовлетворительного результата.

Сочинение И. Федорова, которое я цитировал, так и называется — «Философия общего дела». Его можно рассматривать как один из идейных источников современной системы взглядов о коэволюции общества и природы. Несмотря на религиозный характер сочинения, основное его содержание — это поиск конструктивного порядка во взаимоотношениях Человека и окружающей среды. «Власть над природой», в понимании Н. Федорова, это, по существу, и есть коэволюция

биосферы и человека. Но для ее обеспечения нужны новые знания и новая нравственность — вот основной мотив федоровских работ и всего того направления мысли, которое мы сегодня называем «русским космизмом».

Для дальнейшего важно заметить, что космисты полагали, что мысль, сознание — такая же принадлежность Природы, как и «звезды, галактика, микробы, камни…». Я думаю, что эда цельность их восприятия оказала влияние на развитие русской естественнонаучной мысли и послужила причиной того феномена глубокого взаимопроникновения научной и философской мысли, которую мы видим в России во второй половине XIX века. Во всяком случае, стремление к построению обобщающих, синтетических конструкций и схем становится ведущей тенденцией развития русского естествознания второй половины XIX века. Достаточно вспомнить Д. Менделеева, создавшего свою знаменитую периодическую систему, или известное высказывание И. Сеченова о том, что человека надо изучать в единстве его плоти, духа и окружающей среды, высказывание, которое опередило на десятилетия развитие физиологии не только в России.

К числу подобных системных конструкций надо, безусловно, отнести и учение о почвах В. Докучаева, понявшего, что именно почвы являются той основой, которая связывает в единое целое всю биосферу.

Я мог бы привести еще целый ряд примеров, иллюстрирующих эту тенденцию к созданию общесистемных концепций, характерных для естествознания второй половины XIX века.

Итак, взамен исследовательской парадигмы, рожденной эпохой Просвещения, постепенно приходит понимание того, что Человек — активный фактор Природы, и он уже не представляется ученым сторонним наблюдателем. Даже процесс изучения и наблюдения природных процессов может вносить в них необратимые изменения. Пройдет еще, однако, несколько десятков лет, прежде чем эта интуитивная истина или, лучше сказать, философское прозрение превратится в строгое утверждение в физике микромира.

Учение о ноосфере

Несмотря на появление представлений о единстве Природы и Человека и их взаимообусловленности, мир неживой материи и живого вещества и мир Человека и общества, им созданного, в XIX веке еще не были взаимосвязанными в сознании ученых.

Научные дисциплины в этих грех сферах жили еще долгое время самостоятельной жизнью. А эмпирического материала было недостаточно, чтобы воспроизвести единую цельную картину мира. Таким связующим звеном оказалось учение о ноосфере, которое начало формироваться В.И.Вернадским в начале нынешнего столетия. Но путь к нему был далеко не прост и потребовал объединения огромного эмпирического материала.

В. И. Вернадский родился в 1863 году и после окончания университета занялся минералогией и геохимией, наукой, которая делала тогда свои первые шаги. Занятия геохимией и изучение эволюции земной коры привели его к проблемам изучения роли живого вещества в эволюции земной оболочки и биосферы. Он был, вероятно, первым (или одним из первых), кто понял, что весь лик Земли, ее ландшафты, химизм океана, структура атмосферы — все это порождение жизни. К 1900 году В. Вернадским был подытожен многолетний опыт исследований. В результате возникла новая научная дисциплина — биогеохимия. В книге с таким же названием он развернул широкую программу эволюции биосферы с момента ее возникновения и до настоящего времени.

В основе этой картины развития Земли как космического тела необходима была некоторая изначальная гипотеза, фиксирующая факт становления жизни на нашей планете. В. Вернадский не занимался специально проблемой возникновения жизни, ограничиваясь констатацией факта, который он называл эмпирическим обобщением: жизнь на Земле возникла — это эмпирический факт. Его он и взял за основу своей реконструкции. Более того, В. Вернадский полагал, что жизнь на Земле имеет достаточно древнее происхождение.

Сегодня это предположение имеет разнообразные подтверждения. Но главное из них — это обнаружение следов жизни на Земле, которая существовала 3,5–3,8 миллиарда лет тому назад. Другими словами, возникновение Земли как космического тела, происшедшее около 4–4,5 миллиарда лет тому назад, и появление на ней жизни произошли по космическим масштабам почти одновременно. Этот факт переоценить невозможно!

В. Вернадский полагал жизнь космическим явлением. На этом основании его иногда считают сторонником гипотезы панспермии С. Аррениуса, тем более что он состоял с ним в переписке. Это утверждение ошибочно. Из всего учения Вернадского следует, что феномен жизни, возникновение живого вещества он считал естественным этапом развития материи. «Жизнь… — писал В. Вернадский, — является не случайным

явлением в мировой эволюции, но тесно с ним связанным следствием» (см.: Вернадский В. И. Живое вещество. М., 1978, с. 46).

Гипотеза о том, что жизнь явление космическое, имеет очевидное подтверждение: жизнь существует на космическом теле — планете Земля. Как мне представляется, В. Вернадский был первым из ученых-естествен-ников, который понял космическое, может быть, даже космогоническое значение факта возникновения жизни на Земле и начал систематическое исследование ее влияния на развитие планеты, представляя жизнь «буфером» между космосом и «косным», то есть неживым веществом Земли, буфером, способным использовать космическую энергию для преобразования планетарного вещества. Таким образом жизнь становится катализатором процесса развития! Он не ставил вопроса о том, каким образом на Земле возникла жизнь. Механизм панспермии мог быть лишь одной из возможных причин ее появления.

Сегодня подобные воззрения о возникновении живого вещества как естественного этапа мирового космического эволюционного процесса имеют многочисленные подтверждения. В этой связи мне представляется чрезвычайно важными, имеющими фундаментальное значение для нашего понимания общей картины развития новые данные об эволюции биологических макромолекул. Особую роль в изучении этой эволюции сыграли работы М. Эйгена. Мне кажется, что из всего множества фактов предбиологической эволюции, которые были установлены за последние годы, важнейшим следует считать демонстрацию возможности возникновения уже на уровне биологических макромолекул явления редупликации, то есть размножения и метаболизма, и дать наглядные интерпретации этих явлений.

В последние годы все большее внимание в теории самоорганизации сложных систем привлекают проблемы самовоспроизведения без изменения организации системы. Такое явление получило название аутопоэза. И, по-видимому, только М. Эйгену удалось построить удовлетворительную математическую модель аутопоэтической системы, отражающую реальный процесс биологических макромолекул (см.: Эйген М. Эволюция макромолекул. М., 1974).

Но вернемся снова к В. Вернадскому. Отправляясь от того факта, что жизнь так или иначе на Земле возникла, он, по существу, в своей «Биогеохимии» сумел изложить историю развития биосферы и всей внешней оболочки Земли, точнее, дать реконструкцию этого процесса. Пленка жизни, возникшая на

поверхности планеты, многократно ускоряла все процессы ее эволюции за счет способности поглощать и утилизировать энергию космоса, и прежде всего Солнца, и трансформировать с ее помощью земное вещество. Сравнение ровесниц Земли и Луны наглядно демонстрирует эффективность живого вещества как катализатора мирового процесса развития.

Таким образом, по Вернадскому, наша планета и космос представляются ныне как единая система, в которой жизнь, живое вещество связывают в единое целое процессы, протекающие на Земле, с процессами космического происхождения. На протяжении всей истории Земли количество живого вещества в биосфере согласно оценкам В. Вернадского было практически постоянным. За счет энергии Солнца возникли так называемые геохимические циклы, или круговорот веществ в природе, в который вовлекались все новые и новые массы первичной материи. Начали возникать толщи осадочных пород, которые преобразовывались затем геологическими и геохимическими процессами.

Эта грандиозная картина общепланетарного развития включала в себя и появление человека — носителя Разума, который еще раз многократно ускорил все процессы, протекающие на планете. Породив Человека, Природа «избрала» еще один могучий катализатор мирового процесса развития.

Создание биогеохимии естественно поставило новый вопрос — вопрос о месте Человека в этой картине общепланетарного развития. И В. Вернадский дал на него ответ. Уже в первые годы XX века он начал говорить о том, что воздействие Человека на окружающую Природу растет столь быстро, что не за горами то время, когда он превратится в основную геологообразующую силу. И, как следствие, он необходимо должен будет принять на себя ответственность за будущее развитие Природы. Развитие окружающей среды и общества сделаются неразрывными. Биосфера перейдет однажды в сферу разума — в ноосферу. Произойдет великое объединение, в результате которого развитие планеты сделается направленным — направляемым силой Разума!

Заметим, что сам термин «ноосфера» В. Вернадскому не принадлежит. Он возник, по-видимому, в 1924 году на семинаре Бергсона в Париже во время обсуждения доклада В. Вернадского, в котором он излагал свою концепцию развития биосферы. Его предложил французский исследователь Э. Леруа. Впоследствии он широко использовался П. Тейяр-де-Шарденом. Сам В. Вернадский стал употреблять термин «ноосфера» только в последние годы своей жизни.

С термином «ноосфера» не все просто: однозначное толкование его отсутствует. Широко распространено наиболее простое его толкование — сфера Разума. Так принято называть часть биосферы, которая оказывается под влиянием человека и преобразуется им. Подобная трактовка позволяет говорить, например, о ноосфере времен древних греков, о ноосфере в эпоху средневековья, что и делают некоторые авторы, например Л. Н. Гумилев. И переход биосферы в ноосферу, по их мнению, означает всего лишь постепенное «освоение» человеком биосферы.

Подобная трактовка этого термина, достаточно широко распространенная среди специалистов-естественников, мне представляется неправомерной, если говорить о ноосфере Вернадского, и противоречащей самому духу его учения. В. Вернадский не раз писал о том, что согласованное с Природой развитие общества, ответственность и за Природу, и за ее будущее потребуют специальной организации общества, создания специальных структур, которые будут способны обеспечить это совместное согласованное развитие. Значит, ноосфера — это такое состояние биосферы, когда ее развитие происходит целенаправленно, когда Разум имеет возможность направлять развитие биосферы в интересах Человека, его будущего.

По этим причинам я считаю более уместным говорить не о ноосфере, а об эпохе ноосферы, когда человек уже сможет разумно распоряжаться своим могуществом и обеспечить такое взаимоотношение с окружающей средой, которое позволит развиваться и обществу, и Природе.

Биосфера существовала до появления на Земле человека, может существовать и без него. Но человек вне биосферы существовать не может — это аксиома. Во всяком случае, в обозримом будущем. Значит, выполнение принципа совместного развития, обеспечение коэволюции биосферы и общества потребуют от человечества известной регламентации в своих действиях, определенных ограничений.

Способно ли будет наше общество поставить свое развитие в определенные рамки, подчинить его тем или иным условиям «экологического императива»? Ответ на этот вопрос сможет дать только история.

Таким образом, переход биосферы в ее новое состояние, которое мы называем теперь ноосферой, то есть вступление человечества в новую эру своего развития, в эпоху ноосферы, обеспечение коэволюции человека и биосферы не могут произойти автоматически. Это будет мучительный и небыстрый процесс выработки новых принципов согласования своих

действий и нового поведения людей. Другими словами, новой нравственности. Это означает, что переход в эпоху ноосферы потребует коренной перестройки всего нашего бытия, смену стандартов и идеалов.

В последующих главах книги я вернусь к этой проблеме. По существу, она является центральной проблемой, стоящей сегодня перед человечеством: как должно быть организовано общество, чтобы обеспечить коэволюцию биосферы и Человека, обеспечить дальнейшее развитие цивилизации. Проблема войны, проблема выживания — это ее составляющие.

О единой картине мира

Учение Вернадского о ноосфере оказалось тем завершающим звеном, которое, объединив эволюцию живого вещества с миром неживой материи и перекинув мост к современным проблемам развития общества, подвело нас и к новому видению процессов, в нем происходящих. Сейчас благодаря этому мы имеем возможность представить себе общую схему единого процесса развития материального мира.

В. Вернадский начинал свою реконструкцию единого процесса развития земной оболочки с момента, который отстоит от сегодняшнего на 4,5 миллиарда лет. Говоря сегодня об этой реконструкции, мы можем опираться на открытия последних десятилетий в астрофизике, что позволит нам сдвинуть начало отсчета еще на полтора-два десятка миллиардов лет. И тот процесс, который изучал В. Вернадский, сейчас мы имеем возможность рассматривать лишь как фрагмент единого процесса развития материального мира.

Чтобы получить возможность дать единое синтетическое описание всего процесса самоорганизации материи, то есть эволюции нашей Вселенной, нельзя обойтись по меньшей мере без двух фундаментальных предложений. Во-первых, мы должны постулировать тот факт, что действительно имеет место синергизм (то есть саморазвитие материи), подчиненный действию определенных законов. Ниже я постараюсь разъяснить тот смысл, который вкладываю в эту гипотезу (аксиому, постулат).

Во-вторых, необходимо, так же как и в реконструкции Вернадского, некоторое предположение о «начале». У В. Вернадского этим началом было эмпирическое обобщение: «жизнь на Земле возникла». В общем же случае это может быть или гипотеза большого взрыва, или нечто ей эквивалентное, утверждающее возникновение Вселенной, то есть момента начала

единого процесса развития. Сейчас мы можем отнести эту отметку назад на $1{,}5 \cdot 10^{10}$ — $2 \cdot 10^{10}$ лет. Но хотя современные космологические гипотезы и соответствующие опытные факты (реликтовые изучения, например) открыли горизонты, которые были неведомы во времена Вернадского, они только расширили то представление о единстве процесса развития материального мира, которое было исходной отправной точкой его учения о ноосфере.

За последние несколько десятилетий был сделан еще ряд эпохальных открытий, позволивших ныне связать многие факты, носившие раньше фрагментарный характер. В результате перед исследователем разворачивается грандиозная панорама возникновения из хаоса (то есть малоструктированного, с нашей точки зрения, вещества) все новых и новых образований, взаимосвязанных систем разной временной и пространственной протяженности. Я хочу подчеркнуть, что эти образования никогда не бывают стабильными, устойчивыми. Они всегда далеки от равновесия, всегда квазистабильны и, разрушаясь, снова возвращаются в хаос, давая материал для развития квазистабильных образований.

Употребляя слово «хаос», я оперирую понятием, весьма плохо определенным. В самом деле, что означает плохо- или малостоуктурированная среда? По-видимому, только лишь одно: с нашими средствами познания мы не имеем возможности установить большое количество ее характеристик, которые могли бы отнести к элементам ее организации. Только в этом смысле я и буду употреблять термин «хаос».

Общий процесс самоорганизации напоминает чем-то развитие турбулентного течения в жидкости. Неустановившаяся турбулентность представляет собой хаотическое движение жидкости. Но в этом хаосе присутствует всегда своеобразный порядок: в нем непрерывно возникают более или менее долгоживущие образования — разнообразные вихри, например, вихревые дожди Кармана. Проследить за всеми деталями движения практически невозможно; даже с помощью компьютеров любой гипотетической мощности мы не сможем рассчитать всех деталей этого течения. И обусловлено это следующими обстоятельствами:

а) принципиальной неустойчивостью (некорректностью) процессов турбулентного движения: два близких начальных состояния могут порождать совершенно различные траектории развития;

б) принципиальной стохастичностью — непредсказуемостью внешних воздействий.

Именно эти два обстоятельства и характеризуют то состояние, которое естественно называть хаотичным.

Я хотел бы заметить, что подобные обстоятельства свойственны не только турбулентным течениям. Они характерны для любых достаточно сложных систем, а тем более для общего мирового процесса развития.

Указанные обстоятельства и их сочетание порождают, как мы увидим ниже, закон дивергенции, следуя которому процессы развития приводят к фантастическому разнообразию различных форм организации материи. Такова природа вещей!

И еще одно общее свойство развития материального мира, которое все более и более осознается. Эволюция, развитие носят направленный характер — происходит непрерывное усложнение организационных форм. Последнее обстоятельство, казалось бы, противоречит второму закону термодинамики, если считать нашу Вселенную замкнутой системой.

Сегодня мы еще не можем с достаточной отчетливостью объяснить этот феномен развития, так же как и отсутствие временной симметрии, которые, по-видимому, тесно связаны друг с другом. Но мы их можем принять как эмпирический факт или, по терминологии В. Вернадского, считать их «эмпирическим обобщением».

На определенной стадии мирового процесса «турбулентного» развития Вселенной в ней возникает жизнь. Это еще одно эмпирическое обобщение: жизнь существует, во всяком случае на Земле, где она однажды появилась. Этот факт отвечает представлению В. Вернадского о космическом характере жизни.

Следует думать, что жизнь «земного типа» возникла именно на Земле, а не была на нее занесена извне. Для такого утверждения есть целый ряд аргументов. Попробуем перечислить некоторые из них.

Первый и, может быть, важнейший аргумент в пользу гипотезы о земном происхождении жизни на нашей планете дает нам изучение оптических свойств живого вещества. Оказывается, что в отличие от неживого вещества живое, или продукты его жизнедеятельности, всегда оптически активно. Это означает, что его молекулы обладают общей асимметрией, определяющей способность живого вещества к поляризации света, который через него проходит. В неживом же веществе молекулы обладают разными свойствами симметрии. В результате их смешения такое вещество рассеивает свет и уже не обладает способностью его поляризации. Аминокислоты же, из которых состоят живые организмы, а также вещества, прошедшие сквозь организм, обработанные им или образовавшиеся в результате его распада,

всегда обладают такой уникальной способностью.

Этот факт экспериментальный. Он был открыт еще в прошлом веке Л. Пастером и П. Кюри и имеет огромное значение для понимания особенностей мирового эволюционного процесса вообще и возникновения жизни в особенности, ее роли в трансформации материи и изменении ее свойств.

Представим себе два ряда молекул — оптических изомеров — так называемые правые и левые молекулы. Они неразличимы по своим физико-химическим свойствам. Чтобы их отличить, необходим специальный инструмент, если угодно, некоторый фильтр, распознающий особенности их симметрии. Таким фильтром служит живое вещество, которое всегда построено из однотипных (как правило, левых) оптических изомеров. Почему же все живое характеризуется такой асимметрией — ответа на этот вопрос пока нет! (См. подробнее: Кизель В. А. Физические причины диссимметрии живых систем. М., 1986.) Но благодаря этому у нас теперь есть возможность отличать вещество биогенного происхождения от вещества неживого. Возникла парадоксальная ситуация: мы не способны ответить на вопрос о том, что же такое жизнь, и в то же время мы имеем способ отличить живое от неживого.

В распоряжении ученых сейчас уже есть определенное количество вещества космического происхождения. Это метеориты, выпавшие на Землю, и лунный грунт (доставленные американскими экспедициями 1968 года и советскими автоматическими аппаратами). Его изучение показывает, что в космосе происходят процессы, в результате которых там могут возникать биологические макромолекулы. Это обстоятельство трудно переоценить. Оно еще раз показывает, что усложнение организации материи и выход ее в предбиологическую фазу характерны не только для нашей планеты. Такие процессы типичны, по-видимому, для Вселенной в целом, то есть для мирового эволюционного процесса.

Вместе с тем у нас нет пока ни одного факта, указывающего на то, что в космосе, во всяком случае в ближнем космосе, существует вещество биогенного происхождения, вещество, обладающее оптической активностью. Пока что весь «космический материал», оказавшийся на Земле, оптически нейтрален. Это и означает, что он не может иметь биогенного происхождения.

Вот почему предположение о том, что земная жизнь имеет земное происхождение, является наиболее естественным.

Но оптическая активность живого вещества и изучение космической материи не исчерпывают доказательства в пользу

земного происхождения жизни. Другой аргумент не меньшей значимости — это существование на Земле генетического кода, единого для всего живого. Единый алфавит из четырех букв — четырех нуклеотидов и еще двадцати аминокислот, — это, вероятно, следствие некоторого процесса естественного отбора, сохранившего на Земле наиболее устойчивую, наиболее приспособленную к нашим условиям форму передачи наследственной памяти — наследственной информации, которая кодируется нуклеиновыми кислотами и обеспечивает «эффективную наследственность». Единство генетического кода очень трудно объяснить, отрицая предположение о том, что земная жизнь возникла на Земле и является естественным этапом ее эволюции.

Еще один аргумент в пользу земного происхождения жизни дают оценки В. Вернадского количества живого вещества. Он считал, что оно на протяжении всей истории земной жизни было практически постоянным. Это утверждение, может быть, и не совсем точно, но тот факт, что жизнь действительно, как костер из сухих веток, вспыхнула на Земле и заполнила за ничтожный отрезок времени, по космическим масштабам, все возможные экологические ниши, по-видимому, не вызывает сомнений у палеонтологов.

Наконец, современные представления о предбиологической эволюции никак не противоречат возможности возникновения жизни на самой планете. Более того, отказ от этого предположения потребовал бы новых, еще труднее проверяемых гипотез.

Примечание. *Утверждение того, что жизнь — явление космическое, естественный этап самоорганизации материи, вовсе нс означает, что это неизбежная фаза развития ее. Это просто одна из возможностей процесса ее самоорганизации, одна из виртуальных форм развития. Но будет ли подобная форма реализовываться в тех или иных условиях — это уже совсем другой вопрос.*

На основании всего сказанного я буду в той гипотетической картине, которую я собираюсь представить читателю, считать возникновение жизни естественным этапом саморазвития земной материи.

Но надо заметить, что все перечисленные факты, включая замечательные исследования М. Эйгена, нас практически не приблизили к пониманию того, что принято называть феноменом жизни, а тем более к тому пониманию, которое позволило бы нам

дать его достаточно полное определение. Но, вероятно, благодаря этому мы начинаем постепенно догадываться, что между живым и неживым, вероятно, и не существует столь резкого рубежа, который предполагался до сих пор. Граница между живым и неживым, наверное, размыта, а многообразие форм самоорганизации материи, может быть, содержит устойчивые образования, которые трудно отнести только к живой или неживой природе. Лишь отойдя достаточно далеко от этой границы, мы можем с уверенностью говорить о том, что заведомо является живым, и тогда формулировать для него знаменитый принцип Пастера — Редди: живое только то, что происходит от живого.

Примечание. *Отсутствие известных нам форм вещества, которые не могут быть идентифицированы в качестве живого или неживого вещества, допускает объяснение с двух принципиально различных позиций. Если мы примем за гипотезу то, что живое вещество не может возникнуть из неживого, то есть абсолютную справедливость эмпирического принципа Пастера — Редди для всех уровней организации вещества, то мы должны будем признать либо самостоятельное происхождение живого (так же, как и остальной Вселенной), либо вечность его существования.*

Если же мы примем схему развития материи, согласно которой жизнь — это естественный этап развития ее организационных форм, то нам остается принять лишь одну гипотезу — о неустойчивости переходных форм.

Последняя гипотеза кажется мне предпочтительней — она естественна, во всяком случае, для специалистов, занимающихся существенно нелинейными проблемами. В самом деле, в природе мы можем наблюдать лишь относительно долгоживущие образования (обладающие относительно большой стабильностью), которые являются предметом наших исследований. И хотя не существует решающего опытного материала, который бы подтверждал формулируемую гипотезу, я буду принимать именно ее! В этом случае ответ на вопрос о том, что же в конце концов есть живое? — может быть и не столь уж важен. Мне кажется, что более важно понимание того, что переход от неживого к живому — это лишь один из этапов единого процесса самоорганизации бесконечного процесса, бесконечного усложнения форм существования материи.

Итак, в процессе развития материального мира на одной из планет Солнечной системы — на планете Земля — вспыхнула жизнь. Из бесчисленного количества возможных форм

существования материи, заготовленных Природой впрок, то есть форм виртуально допустимых ее законами, реализовывалась та, которую мы сегодня называем «живым веществом». Другими словами, на этой планете сложились условия, благодаря которым биофизико-химические процессы могли привести эволюцию биологических молекул в такое русло, которое допускает их превращение в «живое вещество» — термин, который ввел Вернадский и который полнее раскрывает смысл того, что чаще называется живой материей.

Появление на поверхности Земли живого вещества качественно изменило характер ее эволюции. Луна и Земля практически ровесники. Но на поверхности Луны за протекшие три с половиной миллиарда лет не многое изменилось. Разве что кратеров стало больше и большее количество коренных пород превратилось в пыль.

Совсем иной оказалась история земной оболочки. Под действием живого вещества, способного использовать энергию Солнца, начала изменяться, метаморфизировать внешняя оболочка коренных пород. В сочетании с вулканизмом и тектоническими (внутренними) процессами Земли стали образовываться совершенно новые формы горных пород, которых нет на Луне и других близко к ней расположенных космических телах. Граниты, гнейсы, песчаники — это все следствия совместной «работы» земной биогеохимической лаборатории и естественного тектонизма.

Вместе с развитием процессов изменения литосферы, атмосферы и океана стремительно развивалась сама жизнь, множились и усложнялись ее формы. История нам не сохранила остатков тех анаэробных существ, которые, овладев фотосинтезом и хемосинтезом, начали перестраивать земную атмосферу и менять химический состав океанов. Тем не менее нынешний состав атмосферы, во всяком случае содержание в ней кислорода, установился, по-видимому, на очень ранних стадиях истории Земли.

Развитие живого вещества шло все ускоряющимися темпами. Огромный шаг в эволюции живого вещества был сделан тогда, когда появились эукариоты с их кислородным дыханием. Можно назвать и еще целый ряд подобных скачкообразных изменений форм жизни, резко ускоривших как само развитие вещества, так и поверхность планеты в целом.

Когда-то на Земле было царство прокариотов. Именно им обязана наша планета своей кислородной атмосферой в первую очередь. И они, по-видимому, практически не знали естественной смерти. Прокариоты могли существовать в совершенно

немыслимых условиях, которые были три миллиарда лет тому назад на нашей планете: активнейший вулканизм, интенсивная ультрафиолетовая радиация, не удерживаемая озоновым слоем… Они были, по-видимому, самыми приспособленными живыми существами, которые когда-либо жили на планете. Их потомки, например синезеленые водоросли, и сейчас обладают потрясающей живучестью. Но не им, способным сохранять свой гомеостазис так, как это не могло делать ничто живое, принадлежало будущее.

Царство прокариотов однажды было завоевано эукариотами. На этот процесс ушло, наверное, не меньше миллиарда лет. Переход от прокариотов к эукариотам — это грандиозная перестройка биосферы. С точки зрения биолога, отличие этих двух видов микроскопических «элементов жизни» было, наверное, куда большим, чем отличие современного человека от его далекого предка — австралопитека. Эукариоты были уже смертны в самом обычном смысле слова. Эту цену они заплатили за обретение кислородного дыхания. Но вместе с ним они обрели и во много раз большую, чем у прокариотов, эффективность использования энергии. Благодаря этому они оказались способными к более быстрой эволюции и «самосовершенствованию».

Последнее слово я не случайно взял в кавычки. Природа не знает, что лучше, а что хуже, — идет непрерывный процесс самоорганизации. В результате множатся формы и усложняется организационная структура. Но так или иначе царство прокариотов однажды окончилось, и на Земле начали царствовать эукариоты, от которых произошло и все остальное.

Итак, еще на заре жизни на Земле выжили не самые стабильные. Почему и как — на эти вопросы у пас нет хороших ответов. Но замечу только, что такая ситуация возникала в истории Земли не единожды.

Динозавры и млекопитающие появились практически одновременно. Но многие сотни миллионов лет млекопитающие были на нижних этажах жизненной иерархии: царствовали динозавры. Они были прекрасно приспособлены к условиям обитания. Они хорошо переносили климатические и многие другие превратности земной истории. И вдруг за относительно короткий период они исчезли! Совсем и навсегда! Передав эстафету власти млекопитающим.

Почему, как такое могло произойти? Ученые до сих пор не могут разгадать этой загадки. Выдвигаются различные теории. Их обсуждают, спорят, приводят аргументы и контраргументы. Но до сих пор проблема гибели динозавров остается одной из

волнующих тайн природы.

Еще более яркий пример выдвижения на первый план тех, кто был в тени, дает история антропогенеза. Наши предки — австралопитеки были изгоями своего времени. Их сородичи, лучше приспособленные к жизни в тропическом лесу, вытеснили австралопитеков. Когда климат сделался более засушливым и площадь тропических лесов сократилась, нашим предкам пришлось встать на ноги, приспособиться к новым условиям жизни в саванне и… стать людьми.

Возникновение разума — это столь же загадочная перестройка процесса развития материального мира, как и возникновение жизни. Это тоже естественный и столь же масштабный этап его развития. Мозг человека и мозг животного, особенно высших млекопитающих, состоит из одних и тех же нейронов. Но, несмотря на это, наш мозг рождает способность познавать сам себя, видеть себя со стороны, познавать окружающий мир, задумываться о тайне своего происхождения.

Благодаря появлению разума возникает общество. Не общественные формы бытия — они существуют и у животных, а общество, совокупность индивидуумов, совокупность личностей, способных к совместному труду, к планомерной деятельности, к кооперации, к совместной духовной жизни.

История возникновения общества уже давно изучается антропологами и обществоведами. Однако эти исследования обычно проводятся вне связи с общими процессами мирового развития. Нам же необходимо встать именно на эту общесистемную точку зрения, ибо одна из задач этой книги — постараться увидеть включенность истории человека в историю биосферы.

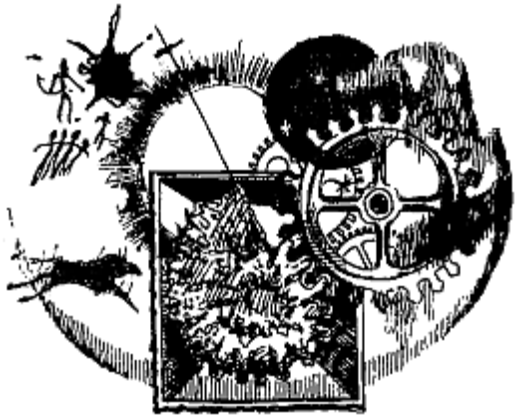
Развитие человеческого общества — это такой же естественный процесс, как формирование галактик или развитие вируса. Нам сегодня важно увидеть то общее, что объединяет все компоненты этого единого процесса, и то, что вносит и может внести Разум в мировой эволюционный процесс. В этом я вижу настоятельную необходимость, ибо убежден, что мировой эволюционный процесс находится сегодня на рубеже такой же коренной перестройки, какая произошла вместе с появлением на Земле жизни, а затем и Разума.

Я сделал набросок мирового эволюционного процесса. Если пользоваться современной терминологией, то в этой главе представлен эскиз единого процесса самоорганизации (процесса синергизма), протекающего в нашей Вселенной и на Земле. В рамках этого единого процесса происходят и все современные явления, столь опасные для судеб нашего общества. Что является

движущей силой этого единого течения мировой эволюции?

Оно происходит в берегах, которые называются законами, позволяющими, в частности, понять, что такое равновесие. Оно является следствием принципиальной неравновесности, царящей в нашем мире, и факторов, непрерывно разрушающих возникающие равновесные состояния. Теперь нам важно расшифровать хотя бы некоторые особенности тех механизмов, благодаря которым происходит эта самоорганизация. Понять роль и возможности Разума, целенаправленно использующего эти механизмы. К обсуждению этих вопросов мы сейчас и приступаем.

ГЛАВА II
Механизмы эволюции



Основы единого языка

За последние годы многое удалось понять в том, что можно назвать механизмами эволюции (или развития), как происходит изменение структуры (организации) материи, как и почему возникает новое качество, что является двигателем любого процесса самоорганизации. Становится все более понятным, что единый процесс мирового развития — это не игра случая. Он имеет определенную направленность — происходит непрерывное усложнение организации. Это результат взаимодействия объективной необходимости со столь же объективной стохастичностью нашей Вселенной. Реальность такова, что необходимость вовсе не исключает случайность, но определяет потенциальные возможности развития, которые согласовываются законами природы.

Единый процесс развития охватывает неживую природу, живое вещество и общество. Это три уровня организации материального мира — звенья одной цепи. Поэтому естественно попытаться описать здесь процесс развития на едином языке, в рамках единой схемы, с использованием общей терминологии. Такое связанное описание процессов развития резко упрощает саму технологию системного анализа всех биосферных процессов и процессов взаимодействия природы и общества.

Но дело не только в этом. Создание единого языка для описания единого процесса развития позволяет наглядно увидеть генетическую связь между его отдельными фрагментами. Однако,

чтобы создать такой язык, необходимо прежде всего решить проблему ключевых понятий и расширения их смысла по мере расширения области использования языка описания.

В качестве таких ключевых слов, которые могут быть использованы для описания общих свойств основных механизмов развития и неживых материальных структур, и живого вещества, и организации общественной жизни, я предлагаю использовать «дарвиновскую триаду»: изменчивость, наследственность, отбор. Эти слова в моей интерпретации должны нести, разумеется, более широкий смысл, чем тот, который им придавался в эволюционной теории.

Условимся называть изменчивостью любые проявления стохастичности и неопределенности. Они составляют естественное содержание всех процессов микромира, но, конечно, имеют место и на макроуровне. Неопределенность и стохастичность — это объективная реальность нашего мира. Он так устроен, что изменчивость лежит в основе функционирования всех механизмов нашего мира, на любом уровне его организации.

Этот факт порождает многочисленные проблемы философского и специального научного характера. И далеко не всегда мы умеем их объяснить. Многие из причин, порождающих стохастичность и неопределенность, нам часто бывают неясны. И тем не менее изменчивость является фактом, одним из основных эмпирических обобщений, с которыми нам непрерывно приходится сталкиваться. И мы часто апеллируем к ней как к исходному понятию при объяснении явлений и процессов живой и неживой природы. Вместе с тем изменчивость — случайность и неопределенность — проявляется не сама по себе, а в контексте необходимости, то есть законов, управляющих движением материи и развитием ее организационных форм.

Классическим примером, показывающим, что стохастичность, как проявление изменчивости, соседствует с детерминистскими законами, является развитое турбулентное движение. В этом на первый взгляд абсолютно хаотическом движении жидкости всегда можно обнаружить своеобразную строгую упорядоченность. Оно подчиняется строгим физическим законам — законам сохранения в первую очередь, — в нем наблюдается стабильность средних характеристик, существуют определенные формы организации (коэффициенты сопротивления, средние значения завихренности и т. д.).

Но объяснить возникновение турбулентности без обращения к случайности (случайным внешним воздействиям) невозможно. И по существу, все развитие нашего мира представимо некоторой моделью своеобразного турбулентнообразного движения. Таким

образом, все наблюдаемое нами — это единство случайного и необходимого, стохастического и детерминированного.

И еще раз: мир так устроен, что случайность и неопределенность— это его объективные характеристики. Это эмпирический факт. Это необходимость, и с ней мы не можем не считаться. К ней должно привыкнуть наше мышление так же, как мы привыкли к теории относительности, уравнению Шредингера и другим «невероятностям» нашего современного мира, которые нам постоянно открывают физика и другие естественные науки.

Случайность и неопределенность понятия вовсе не тождественны. Они пронизывают все уровни организации материи. Процессы, протекающие в неживой материи (та же турбулентность, броуновское движение и т. д.), процессы биологические (типичный пример — мутагенез), социальные процессы (к примеру, конфликты) — все они подвержены действию случайностей, которые мы далеко не всегда можем проследить так, чтобы понять их источник, а тем более правильно учесть, делая анализ и прогнозируя события.

Но хотя глубинный смысл изменчивости часто бывает неясен, именно оно создает то «поле возможностей», из которого потом возникает многообразие организационных форм, наблюдаемых и изучаемых нами, особенно долгоживущих образований. Она же вместе с тем служит и причиной их разрушения. Такова диалектика самоорганизации (синергетики). Одни и те же факторы изменчивости стимулируют и созидание, и разрушение.

Не меньшую роль стохастичность и неопределенность играют в повседневной жизни людей, порождая, в частности, неоднозначность отображения реального мира в своем сознании, а значит, неопределенность в своем поведении и реакции на воздействия окружающего мира.

Второй важнейший фактор, определяющий процессы развития, — наследственность. Этим термином мы будем обозначать не только способность материи сохранять свои особенности, но и ее способность изменяться от прошлого к будущему, способность «будущего зависеть от прошлого».

Будущее, конечно, определяется прошлым далеко не однозначно, в силу той же стохастичности. В реальности такая однозначность представляется совершенно исключительным явлением. Поэтому факт наследственности означает лишь то, что понять возможности будущего нельзя без прошлого. (Может быть, отсюда и происходит тот живой интерес к истории, который присутствует практически у каждого человека.)

Иногда понятие наследственности отождествляется с понятием причинности. Но это разные понятия. Наследственность

лишь одна из составляющих причинности, как, впрочем, и изменчивость. Только вся триада — изменчивость, наследственность, отбор — достаточно полно раскрывает смысл термина «причинность».

Примечание. *Наследственность — это термин, отражающий влияние прошлого на будущее. И часто, не зная хорошо прошлого, мы относим многие наблюдаемые факты к числу случайных. Можно привести много примеров, иллюстрирующих это положение. Оно показывает, что в ряде случаев явления, которые мы относим к изменчивости, оказываются на самом деле следствием феноменов, имевших место в прошлом. Это обстоятельство имеет самостоятельный интерес и заслуживает специального исследования. Оно означает, в частности, что между понятиями «наследственность» и «изменчивость» не всегда можно провести четкую разграничительную линию. Все это имеет глубокую связь с принципиальной неустойчивостью тех процессов, с которыми нас сводит Природа.*

Третье, и, пожалуй, самое трудное, понятие дарвиновской триады — отбор. Биологи трактуют его соответственно своей дисциплине, в результате чего стала обычной такая его интерпретация: выживает сильнейший, наиболее приспособившийся, то есть выживает тот, кто выжил! Внутривидовой отбор потому и называется отбором, что он отбирает те признаки, те особенности, которые, возникнув в результате действия случайных факторов (мутаций), затем передаются в будущее за счет действия механизма наследственности.

Конечно, подобная трактовка механизма естественного отбора крайне упрощенна, это лишь его скелет. Но она выражает тот образ мышления, которому мы обязаны достижениями современного эволюционного процесса.

Мне, представителю «точного естествознания», пытающемуся воссоздать образ единства мирового эволюционного процесса, недостаточно подобных интерпретаций фундаментального термина «отбор». Мне необходима его более широкая трактовка, позволяющая распространить понятие отбора на объекты неживой природы с одной стороны, и процессы, протекающие в обществе, — с другой. Но прежде чем этим заняться, вернемся еще раз к понятию изменчивости.

Не так давно было открыто и изучено явление, получившее название «странный аттрактор». Оказалось, что траектории многих детерминированных динамических систем могут

полностью заполнять некоторый фазовый объем: в любой окрестности любой точки этого объема всегда будут находиться точки, принадлежащие траектории одной и той же системы, порожденные одним и тем же начальным состоянием. Более того, этот объем будет притягивать и остальные траектории системы.

Движения таких систем характеризуются высшей степенью неустойчивости: две любые сколь угодно близкие точки будут порождать совершенно различные траектории. Такие особенности движения были названы в математике некорректностями. Французский математик Ж. Адамар считал, что в «правильных физических теориях» всегда должна иметь место корректность: малым причинам должны отвечать малые следствия. Если задача оказывается некорректной, то она согласно Адамару была неправильно поставлена.

Этот принцип Адамара, который долгое время играл важную роль в математической физике, теперь приходится пересматривать. Процессов, которым свойственна «некорректность», в природе гораздо больше, чем это было принято думать еще несколько десятилетий тому назад. Траектории подобных систем, в частности систем, обладающих «странным аттрактором», несмотря на то, что они порождаются (описываются) вполне детерминированными уравнениями, подобны траекториям, порождаемым случайным процессом. Они не только хаотичны, но и из-за сильной неустойчивости их развитие невозможно прогнозировать: любая сколь угодно малая неустойчивость в вычислениях, а они неизбежны при работе электронных вычислительных машин, ведет к совершенно неправильным результатам. В связи с этими свойствами «странного аттрактора» и из-за аналогичных «неустойчивостей» невольно возникает целый ряд вопросов. Вот, может быть, главные из них.

Если явление «странного аттрактора» или ему подобные — типичные явления природы, то не заставляет ли оно нас увидеть стохастичность макромира в совершенно ином свете? Может быть, для ее объяснения нет необходимости использовать соображения, связанные со стохастичностью микромира?

В самом деле, ведь процессы, порождающие «странный аттрактор» (или аналогичные явления «универсальности», по Фойгенбауму), приводят к поведению систем, неотличимых от случайных процессов. А ведь они возникают «сами по себе» в системах вполне детерминированных, не подверженных каким-либо случайным возмущениям!

И далее. Может быть, принципиальные «некорректности» и неустойчивости, порождающие хаос и неупорядоченность, — это

естественное состояние материи, ее движения, на фоне которого время от времени лишь как исключительные явления возникают более или менее устойчивые образования? Может быть, только эти образования мы и способны видеть и изучать, а все остальное происходит без свидетелей, и мы способны регистрировать лишь финальные события? Если встать на эту точку зрения, то, возможно, имеет смысл назвать принципами отбора те причины, которые в нашем «некорректном» мире приводят к существованию более или менее устойчивые образования, которые мы только и можем фиксировать в наших наблюдениях?

Перечисленные вопросы относятся к числу очень непростых. И на них у меня нет удовлетворительных ответов. Все они тесно связаны с другими, еще более глубокими вопросами: что такое в действительности законы природы?

В одной из моих книг (см.: Моисеев Н. Н. Человек, среда, общество. М., 1982, с. 19–20) я говорил о них как о некоторых моделях, отражающих те или иные черты реальности с той точностью, с которой мы сегодня способны их представить или воспроизвести. Мы видим и реагируем на происходящее. Наш опыт показывает, что кажущийся хаос случайностей рождает нечто определенное и закономерное. Вот почему законами природы мы не можем назвать что-либо иное, кроме тех связей между явлениями природы (и событиями), которые мы можем установить эмпирически или средствами логического мышления. Только эти связи мы можем отождествить с теми правилами, которые действуют в нашем мире и определяют его процессы самоорганизации.

Конечно, подобное представление о законах природы может быть уточнено и расширено, но для целей данной книги нам его будет достаточно. Попробуем интерпретировать сказанное, обратившись к концепциям физики и механики, возникшим еще в XVIII веке.

В механике со времен Мопертюи и Лагранжа принято говорить о «виртуальных движениях» или множествах «возможных продолжений», понимая под этим любые «возможные движения», согласные со связями, но необязательно удовлетворяющие законам физики. (Для того чтобы подчеркнуть трудности точного определения и условность языка, обратим внимание на то, что согласие со связями — это тоже закон природы.) Эти «виртуальные движения» могут порождаться любыми произвольными, в том числе «случайными», причинами. Значит, уже в XVIII веке было понятно, что изменчивость (и, в частном случае, стохастичность) предоставляет природе целое «поле возможностей», из которых отбирается, реализуется лишь

некоторая исключительная совокупность, удовлетворяющая некоторым специальным условиям (принципам отбора).

Подчеркнем, что в такой трактовке проявляется прямая аналогия с тем понятием отбора, которое используется в биологии. Отбор, следуя своим объективным законам, совершает Природа, а Разум лишь фиксирует этот факт, отражая с той или иной степенью точности ту реальность, которая и «есть на самом деле». В XVIII веке этот факт сделался достоянием механики: было установлено, что реальные движения отбираются из множества виртуальных с помощью законов Ньютона, которые и являются простейшими принципами отбора.

Сегодня мы способны гораздо глубже и шире представить себе среду любых динамических систем и связь между виртуальными и реальными движениями. Из всего множества возможных (мыслимых) движений в реальность «пропускаются» лишь некоторые, исключительные.

Набор фильтров, которые это совершают, то есть принципов отбора, очень велик. И законы Ньютона только одни из них. Внутривидовая борьба, порождающая отбор в живом мире, которую Ч. Дарвин назвал естественным отбором, — другой подобный фильтр. Принципами отбора являются все законы сохранения, законы физики и химии, в частности. К числу принципов отбора относится, конечно, и второй закон термодинамики, невыводимый из законов сохранения. В экономике, например, принципами отбора являются условия баланса и т. д.

Мне кажется, что особую роль в мировом эволюционном процессе играет «принцип минимума диссипации энергии». Сформулирую его следующим образом: если допустимо не единственное состояние системы (процесса), а целая совокупность состояний, согласных с законами сохранения и связями, наложенными на систему (процесс), то реализуется то состояние, которому отвечает минимальное рассеивание энергии, или, что то же самое, минимальный рост энтропии.

Этот принцип следует рассматривать в качестве некоторого «эмпирического обобщения». По своей формулировке он похож на принцип минимума потенциала рассеяния Л. Онсагера и принцип минимума производства энтропии И. Пригожина, которые были сформулированы для проблем неравновесной термодинамики.

Примечание. *Принципы Онсагера и Пригожина — это вариационные принципы, справедливые для определенных и достаточно узких классов неравновесных процессов, которые Онсагер назвал линейными из-за аддитивности химических*

потенциалов. Из этих принципов можно вывести уравнения движения, траектории которых являются экстремалями, и обратно — они сами являются следствием этих уравнений. В отличие от них (и других вариационных принципов физики) сформулированный выше принцип минимума диссипации энергии не является строго обоснованным и вряд ли может быть строго обоснован в традиционном смысле этого слова. Вот почему я его и отнес к категории «эмпирических обобщений», тем более что примеров, ему противоречащих, я не знаю.

Я думаю, что принцип минимума диссипации энергии есть всего лишь очень частный случай значительно более общего принципа «экономии энтропии». В природе все время возникают структуры, в которых энтропия не только не растет, но и локально уменьшается. Этим свойством обладают многие открытые системы, в том числе и живые, где за счет притока извне вещества и энергии возникают более или менее стабильные состояния — «квазиравновесные структуры». С точки зрения классической термодинамики эти образования не являются равновесными — равновесие здесь лишь понимается в смысле стационарности.

Мне представляется справедливой (может быть, лучше сказать — правдоподобной) следующая гипотеза. Если в данных конкретных условиях возможны несколько типов организации материи, согласующихся с другими принципами отбора, то реализуется та структура, которой отвечает минимальный рост (или максимальное убывание) энтропии. Поскольку убывание энтропии возможно только за счет поглощения внешней энергии и (или) вещества, реализуются те из мысленно возможных (виртуальных) форм организации, которые способны в максимальной степени поглощать внешнюю энергию (или вещество). Этот принцип отбора я буду называть «обобщенным принципом диссипации». Позднее я внесу в формулировку этой гипотезы еще ряд уточнений.

Некоторые общие свойства механизмов эволюции

Сегодня термин «механизм» стал употребляться довольно широко. Не только в технике, где он возник, но и в биологии (генетический механизм, например), в экономике (рыночный механизм, механизм ценообразования и т. д.), в социальной и политической сферах… Произнося слово «механизм», мы имеем в виду некоторую совокупность логических связей, процедур,

определяющих возникновение изменений в той или иной развивающейся (эволюционирующей) системе.

В предыдущем параграфе я сделал попытку объяснить, что любой механизм в своей основе имеет три фактора — изменчивость, наследственность, отбор. Если достаточно широко понимать эти основные ключевые слова, то можно выработать весьма гибкие средства для описания различных механизмов самоорганизации материи — средства, позволяющие увидеть то общее состояние, которое присуще любым процессам развития, в том числе и общественным.

Следующим шагом было бы естественно попытаться построить классификацию этих механизмов и рассмотреть их с единых позиций. В практическом отношении это напоминало бы попытку Ампера дать классификацию наук. Несмотря на принципиальную важность такой проблемы, для ее решения, как мне кажется, еще не настало время. Поэтому я сужаю свою задачу и постараюсь выделить лишь два класса механизмов эволюции, играющих важнейшую роль в явлениях самой различной физической природы.

К первому классу я отнесу «адаптационные» механизмы. Это, конечно, прежде всего дарвиновские механизмы естественного отбора. Но подобные механизмы действуют и в физических, и в химических процессах, используются и в технике, и в общественной сфере. Принятое название весьма условное и требует разъяснений, ибо, произнося слово «адаптация», надо сказать о приспособлении, к чему идет речь. При изменении условий та логическая цепочка (или система процедур, или процесс), которая приспосабливала данную систему (организм в том числе), может уже перестать быть механизмом «адаптационного типа».

Основная особенность «адаптационных» механизмов состоит в том, что они позволяют нам в принципе предвидеть (с определенной точностью, конечно) результаты действия механизма, то есть развитие событий. А значит, и прогнозировать эти события. Это происходит потому, что адаптация, то есть самонастройка, обеспечивает развивающейся системе определенную стабильность в данных конкретных условиях внешней среды. Значит, изучая эти условия, особенности среды, мы можем предвидеть (предсказать) тенденции в изменении параметров системы, которые будут происходить под действием этих механизмов.

Другими словами, мы оказываемся способными заранее более или менее точно определить множество состояний (совокупность параметров, которые будут обеспечивать ее устойчивость при

данных условиях внешней среды). Этими обстоятельствами уже давно пользуются селекционеры, формируя отбор надлежащим образом.

В физике и технике механизмы самоорганизации, использующие к тому же принцип обратной связи (об этом мы еще будем говорить специально), давно и широко используются для обеспечения адаптации. Соответствующая теория позволяет при наличии надлежащей информации об окружающей среде с большой уверенностью предсказывать результаты их действий.

Наверное, можно сказать и так: адаптационные механизмы обладают тем замечательным свойством, что ни внешние возмущения, ни внутренние пертурбации с помощью этих механизмов не способны вывести систему за пределы того «обозримого канала эволюции», того коридора, который заготовила природа для развития этой системы. Под действием механизмов адаптационного типа границы этого коридора, очерченные объективными законами нашего мира, более или менее близки друг к другу и достаточно обозримы в перспективе. Следовательно, путь развития в этом случае предсказуем со значительной точностью.

Но существует и другой тип механизмов эволюции. Он имеет уже совершенно иную природу, хотя, как мы увидим ниже, и для него дарвиновская триада полностью сохраняет свой смысл. Для иллюстрации этого типа механизмов обсудим некоторые особенности течения жидкости в трубе, пример, к которому я еще не раз буду обращаться.

Пока расход жидкости мал, ее течение носит ламинарный характер, оно следует закону Пуазейля: частицы жидкости движутся параллельно оси трубы, а эпюра их скоростей имеет параболический характер. Чтобы протолкнуть этот расход жидкости через трубу, требуется определенное усилие. Оно определяется разностью давлений, приложенных в различных сечениях трубы. С ростом расхода эта разность до поры до времени будет расти по линейному закону, а эпюра скоростей жидких частиц будет сохранять свою параболическую форму.

Но достаточно потоку превзойти некоторый критический порог, как характер течения жидкости качественно изменится. Ламинарное течение перестраивается, оно превращается в турбулентное. Разность давлений при этом начинает быстро расти.

Иными словами, существует некоторое критическое значение внешнего воздействия, определяемое величиной расхода жидкости. Выше этого значения прежняя, ламинарная, форма движения жидкости существовать уже не может, старая

организация системы разрушается. Вместо ламинарного движения жидкости возникает турбулентное.

Этот пример показывает, что физические системы обладают пороговыми состояниями, переход через которые ведет к резкому, качественному изменению протекающих в них процессов — к изменению их организации. И очень важно зафиксировать следующее положение: переход системы в новое состояние в этой пороговой ситуации неоднозначен, так же как и характер ее новой организации, то есть после бифуркации существует целое множество возможных структур, в рамках которых в дальнейшем будет развиваться система. И предсказать заранее, какая из этих структур реализуется, нельзя. Нельзя в принципе, ибо это зависит от тех неизбежно присутствующих случайных воздействий — флюктуаций внешней среды, — которые в момент перехода через пороговое состояние и будут определять отбор.

Эта особенность пороговых (бифуркационных или катастрофических) механизмов играет совершенно особую роль в развитии нашего мира.

Поясним ее еще на одном примере.

Предположим, что мы взяли палку за два конца и начали ее изгибать. По мере увеличения силы, которую мы прикладываем, палка будет все больше и больше изгибаться. До поры до времени она будет все же оставаться палкой. Но в какой-то момент сломается и перестанет быть палкой. Точно предсказать, в каком месте сломается и на сколько частей, заранее мы не можем.

Вот эта неопределенность будущего и есть главная особенность рассматриваемого типа механизмов. Она есть следствие того, что будущее состояние системы при переходе ее характеристик через пороговое значение определяется прежде всего случайностью — флюктуациями.

А они присутствуют всегда! Важно сказать, что при переходе через бифуркационное состояние система как бы забывает (или почти забывает) свое прошлое. В этой точке происходит как бы разветвление путей эволюции. И в силу вероятностного характера перехода через это пороговое состояние обратного хода эволюции уже нет (точнее сказать, вероятность подобного события равна нулю)! Время, как и эволюция, приобретет направленность, необратимость!

Объясняя особенности пороговых механизмов, я привел два примера процессов, происходящих в мире неживой материи. Но пороговые механизмы свойственны и процессам, протекающим в мире живой природы и общества. Но там их проявление значительно сложнее. Вот почему, выбирая иллюстративные примеры, характеризующие пороговые механизмы, я следовал

известному высказыванию В. И. Вернадского: «…вполне позволительно и удобно воспользоваться здесь (то есть в биологии. — Н. М.) аналогией между живым веществом и газовой массой».

Факт существования механизмов бифуркационного типа заставляет вносить известные коррективы и в общую картину эволюции жизни на Земле и реабилитировать, в известной степени, теорию катастроф Кювье. Не только дарвиновское постепенное совершенствование видов определило процесс развития, но и быстрые перестройки. Поскольку и адаптированные и бифуркационные алгоритмы являются типичными классами механизмов, реализующих самоорганизацию вещества, то нет никаких логических оснований исключать какие-либо универсальные механизмы из числа тех, что определяют эволюцию также и живого мира. Кажется, что эти общие соображения, основанные на представлениях о единстве процессов развития, находят подтверждение в наблюдениях естествоиспытателей.

В самом деле, как уже сейчас установлено геологами и палеонтологами, на Земле более или менее регулярно возникало повышение фоновой радиации (возможно, что это связано с прохождением Солнца через соответствующие зоны Космоса). В результате резко интенсифицировался мутагенез и менялись условия жизни на Земле. Это, в свою очередь, стимулировало быстрое вымирание старых видов и появление новых. Поэтому вопрос: Дарвин или Кювье — мне кажется неправомочным. Не *или*, а *и*! Катастрофические состояния биосферы, порождавшие бифуркации, были столь же естественными элементами эволюционного процесса, как и адаптация и внутривидовая борьба. Таким образом, изучение общей логики развития нас неизбежно наводит на соображения вполне конкретного характера.

Рассуждения о механизмах, которые были приведены выше, конечно, достаточно условны и схематичны. Реальные процессы развития — это всегда целая гамма различных механизмов (о некоторых из них я еще буду говорить). Тем не менее приведенные соображения достаточно наглядны и позволяют дать разнообразные интерпретации единого процесса развития.

Законы физики, химии и другие принципы отбора устанавливают определенные границы изменения состояний системы, определяют, так сказать, «каналы», внутри которых и могут протекать эволюционные процессы. В свою очередь, множество случайных факторов вне времени как бы пытаются вывести систему за эти «границы». Но до поры до времени этого

не происходит— поток внутри «канала» следует механизму адаптационного типа. Границы адаптации («берега канала») эволюционного развития могут быть рассчитаны с большой степенью точности, если мы хорошо знаем принципы отбора, то есть законы развития.

Но вот однажды в силу тех или иных причин эволюционный поток выходит на «площадь» — пересечение нескольких каналов эволюции. И теперь вступают в действие механизмы, которые, следуя терминологии А. Пуанкаре, мы назвали бифуркационными. На перекрестке каналов возникает бифуркация (или катастрофа, если использовать язык Уитни и Тома). Характер развития качественно меняется. Но самое главное — возникает несколько вариантов дальнейшего развития эволюционного процесса. И этих вариантов столько, сколько каналов эволюции выходит на их перекресток. И выбор нового канала неопределенен — какова будет новая организация системы, предсказать невозможно!

Невозможно в принципе, ибо этот выбор зависит (окончательно определяется) от тех случайных факторов, которые неизбежно присутствуют в момент выхода системы на перекресток каналов эволюции. Они в этот момент являются фактором, определяющим последующее развитие. В этом одна из важнейших особенностей бифуркации, определяющая ее непредсказуемость.

Изложенная интерпретация характера эволюции делает наглядным один из общих законов самоорганизации материи: процесс развития характеризуется непрерывным усложнением и ростом разнообразия организационных форм материи. Он носит название закона дивергенции и является справедливым в равной степени на всех трех этапах развития материального мира — в мире неживой материи, в эволюции живых веществ и в обществе. Я о нем уже упоминал (в биологии этот закон часто называют законом цефализации). Теперь хочу показать, что он является прямым следствием «работы» механизмов бифуркационного типа.

Законы природы ограничивают множество возможных (виртуальных) состояний материальных систем и форм их организации, которые я условно назвал «каналами эволюции». Подчас берега этих каналов оказываются очень близкими — поддержание большинства химических реакций или сохранение гомеостазиса некоего вида возможно только в узком диапазоне параметров внешней среды. Тем не менее стохастический характер причинности и действие бифуркационных механизмов может развести сколь угодно далеко даже самые близкие, практически тождественные формы организации.

Этот факт один из основных источников неустойчивостей, которые мы непрерывно наблюдаем в окружающем нас мире. Его легко интерпретировать на хорошо известном опытном материале.

Предположим, что две одинаковые круглые колонны находятся под действием одинаковых, все возрастающих вертикальных нагрузок. Кроме того, на эти колонны непрерывно действуют порывы ветра. Поскольку механические свойства колонн одинаковы и вертикальная нагрузка одинакова, то они в один и тот же момент достигнут своего порога устойчивости, и согласно теории Л. Эйлера у них одновременно произойдет бифуркация: вертикальная форма равновесия потеряет устойчивость, и вместо нее возникнет континуум новых форм равновесия — поверхность вращения полуволны синусоиды.

Однако поскольку порывы ветра никогда не бывают строго идентичными, то после бифуркации новые формы равновесия обеих колонн будут разными. Это означает, что в новых условиях колебания колонн будут происходить в разных каналах эволюции, в данном случае в разных плоскостях. Вероятность же того, что при новой бифуркации равновесные положения колонн совпадут, равна нулю, так как форм равновесия бесчисленное множество.

С увеличением размерности системы, что всегда происходит при увеличении ее сложности, количество состояний, в которых могут происходить катастрофы (бифуркации), быстро возрастает. Следовательно, с ростом сложности системы растет и вероятность увеличения числа возможных путей дальнейшего развития, то есть дивергенции, а вероятность появления двух развивающихся систем в одном и том же канале эволюции практически равна нулю. Это и означает, что процесс самоорганизации ведет к непрерывному росту числа организационных форм.

Примечание. *Среди биологов существуют и сторонники другой точки зрения, отвергающие дивергенцию. Например, последователи академика Л. С. Берга утверждали возможность конвергенции, то есть схождения форм. Дискуссии о конвергенции и дивергенции продолжаются в той или иной форме и по сей день не только среди биологов, но и обществоведов. Мне кажется, что существование механизмов бифуркационного типа и установление роли флюктуаций в любых процессах развития в известной степени закрывают эту дискуссию: ведь появление идентичных форм практически всегда равно нулю. Кстати, конвергенцию не следует путать со сходством отдельных особенностей (признаков) в организации тех или иных систем, функционирующих в идентичных условиях. Например, морские млекопитающие могут*

иметь рыбообразную форму; адаптация к внешним условиям порождает гомологические ряды Н. И. Вавилова; структура советских предприятий может конвергировать структуру соответствующих американских предприятий и т. д.

Редукционизм и механизмы «сборки»

Редукционизм в любых дисциплинах означает попытку объяснения того или иного феномена, наблюдаемого на том или ином уровне организации материи, свойствами более простых явлений или наблюдаемых на «более низком» уровне организаций.

Другими словами, редукционизм — это стремление свести объяснение сложного через более простое. Поэтому редукционизм — это есть некоторый своеобразный метод мышления. Он тоже представляет собой феномен и как таковой заслуживает самого пристального внимания и исследования. По существу, редукционизм пронизывает все науки, в разной степени, но все. Это именно образ мышления — специфическое явление интеллектуальной жизни людей.

Эта особенность мышления возникла, вероятно, в процессе эволюции, однако она прививается человеку и в процессе обучения. Редукционизм и «объяснение на пальцах» — это, по существу, одно и то же.

Физики, построившие грандиозное здание модельных конструкций, по своей природе и методам анализа являются в своем подавляющем большинстве редукционистами. Наиболее яркий и простои пример редукционистского мышления нам дает создание кинетической теории газов и современной термодинамики. Именно в его рамках удается понять, что означают общие характеристики движения газа или жидкости, такие, как температура, давление, скорости движения газа, энтропия и т. д., как они связаны с общим характером движения молекул, особенностями их соударений, их энтропией и т. п.

Подобные факты — это не просто важнейшие достижения физики, но и наглядная иллюстрация успехов редукционистского образа мышления. Он породил и своеобразные методы анализа, позволяющие связывать надежными логическими переходами различные этажи того здания моделей, которое выстраивается физикой.

Среди редукционистского инструментария особое место занимают разнообразные асимптотические теории, придающие фундаментальность и архитектурную цельность зданию современной физики. Блестящей иллюстрацией тех

возможностей, которыми обладают эти методы, является вывод уравнений движения вязкого газа (уравнения Навье — Стокса) из уравнений, которые описывают движение соударяющихся молекул (уравнения Больцмана). Этот переход от уровня микроописания динамики молекул к макроописанию движения газа требует всего лишь двух предположений — о малости свободного пробега молекул и о максвелловском законе распределения их скоростей.

В первой половине XIX века модель движения газа носила феноменологический характер — она отражала представления естествоиспытателей, их наблюдения и опыт. Теперь эта модель сделалась следствием другой феноменологической модели более глубокого уровня — модели свободного движения молекул, из которой, преодолевая те или иные математические, в конечном счете технические, трудности, выводимы все свойства движения газа.

Таким образом, редукционизм как способ сведения сложного к анализу явлений более простых является мощнейшим средством исследования. Он позволяет изучить сложнейшие явления самой различной физической природы. Однако было бы большой ошибкой думать, что этот способ познания носит универсальный характер и любые сложные явления могут быть познаны с помощью их расчленения на отдельные частные исследования их отдельных составляющих.

Тем не менее «идеология редукционизма» столь глубоко пронизала все физическое мышление, что, по-видимому, подавляющее большинство физиков глубоко убеждены, что все свойства макроуровня уже закодированы в моделях микроуровня.

Другими словами: если в распоряжении исследователя имеется достаточно «хорошая» модель, то есть модель, достаточно полно описывающая свойства микроуровня (свойства элементов системы), то определение всех свойств самой макросистемы ничего неожиданного для нас не содержит. Надо лишь для их изучения преодолеть определенные «технические трудности», но принципиально они выводимы из свойств элементов микроуровня подобно тому, как это делается в кинетической теории газов или гидродинамике вязкой жидкости.

Редукционизм порождает в физике целый ряд важнейших исследовательских программ. Одна из них, может быть, самая важная в современной теоретической физике, способная открыть совершенно новые горизонты познания, посвящена единой теории поля и включения гравитации в общую систему взаимодействий.

К числу подобных программ относятся и исследования И. Пригожина и его школы, посвященные проблеме объединения

необратимости времени (проблема «стрелы времени»).

Необратимость времени, совершенно особая роль временной координаты по сравнению с пространственными координатами — это экспериментальный факт, который мы фиксируем на макроуровне. Но возникает естественный вопрос: является ли необратимость времени особым свойством макроуровня или она оказывается следствием свойств микроуровня нашего мира, то есть того уровня, который описывает, например, квантовая механика? Этот вопрос важнейший: он затрагивает самые глубинные слои нашего познания.

Я думаю, что в такой прямой постановке этот вопрос должен иметь, по-видимому, отрицательный ответ. Дело в том, что основное уравнение квантовой механики — уравнение Шредингера — инвариантно относительно направления времени, и, по-видимому, у нас нет серьезных оснований сомневаться в его справедливости: его справедливость подтверждает огромный экспериментальный материал. Противоречивость наблюдаемого на макроуровне и свойств микроуровня может быть разрешена, по-видимому, двумя способами, в основе которых лежат две совершенно разные идеи.

Одна из них — это предположение, что уравнение Шредингера все-таки не совсем точно отражает реальность и в нем должны присутствовать слагаемые, которые не инвариантны относительно замены знака времени.

По этому пути, по существу, идут Пригожин и его последователи. Но могут быть предложены и другие идеи. Об одной из них я расскажу позднее.

Небезынтересна судьба редукционизма в биологии. В прошлом веке, в особенности в его начале, казалось аксиомой утверждение о некой жизненной силе, присущей всему живому, о невозможности объяснить процессы, протекающие в живом веществе, только одними законами физики и химии. Это течение мысли получило название витализма. Однако оно довольно быстро стало размываться. Многие факты начали получать свое относительно простое объяснение, например, явлением наследственности, и они не требовали привлечения, казалось бы, потусторонних соображений о существовании некой жизненной силы. Поэтому влияние редукционизма весьма глубоко проникло и в различные области естествознания.

Бертран Рассел, кажется, сказал однажды, что, как это ни удивительно, но все свойства живого вещества можно будет предсказать однажды, ибо они однозначно определяются особенностями электронных оболочек атомов, в него входящих.

Конечно, такая точка зрения весьма упрощена, если угодно,

рафинирована. Но ей трудно отказать в привлекательности, и, что, может быть, еще важнее, она дает указание о направлениях возможных исследований. И в той или иной степени ей следуют многочисленные работы выдающихся ученых. Уже упомянутые мной работы М. Эйгена, посвященные изучению эволюции биологических макромолекул, относятся к числу тех исследований, в которых делается попытка объяснить процессы, протекающие в живом организме, законами физики и химии.

Вместе с тем найдется не так много биологов, которые готовы принять безоговорочно основной постулат редукционизма, смысл которого состоит в том, что никаких неожиданностей, никаких новых свойств макроуровня, не выводимых из свойств микроуровня, не существует. Другими словами, свойства системы однозначно определяются свойствами ее элементов и структурой их связей. Если этот процесс в таком крайнем виде неприемлем для биолога, то он тем более не может быть принят науками об обществе.

Я думаю, что существует некоторая общая проблема, актуальная для любых уровней организации материи. Я ее называю «проблемой сборки», или, может быть, точнее, «проблемой механизмов сборки». При объединении элементов, то есть при переходе к макроуровню, происходит образование новой структуры, обладающей своими специфическими качествами.

Кое-что об этих алгоритмах сборки мы уже знаем. Один такой пример нам дает изучение движения того же вязкого газа, о чем мы только что говорили. Если мы знаем механизм соударения молекул и если газ достаточно плотный, то есть если длина свободного пробега молекул достаточно мала, то мы, в принципе, владеем алгоритмом сборки: мы можем определить температуру, плотность, давление и другие характеристики системы «движущийся газ», которые не имеют смысла для произвольной совокупности молекул. Приведенный пример относительно прост, ибо мы знаем, как получаются общие свойства системы из свойств ее элементов.

Более сложный пример, хотя тоже еще относительно простой, нам дает кристаллография. Кристаллизация вещества — это один из примеров «сборки системы». В конце прошлого века Е. С. Федоров установил так называемый закон Федорова. Ему удалось перечислить все возможные формы (286) кристаллических структур. Оказалось, что, какое бы ни было вещество, способное к кристаллизации, будь то поваренная соль или алмаз, оно может принять лишь одну из перечисленных возможных форм.

Этот пример — тоже относительно простая иллюстрация возможных алгоритмов сборки, поскольку форма равновесия

кристалла является в конечном счете следствием закона минимума потенциальной энергии. Однако здесь уже есть одна принципиальная трудность. Далеко не всегда мы можем предсказать финальное состояние процесса сборки. Как и в случае механизмов бифуркационного типа, оно определяется не только внешними условиями, но и неконтролируемыми случайными флюктуациями и внешними воздействиями.

Эти и многие подобные примеры действительно просты, ибо свойства системы могут быть установлены заранее — они определяются известными законами физики и химии (с учетом случайных флюктуаций, конечно).

Но такие примеры, как правило, счастливые исключения. Проблема сборки, то есть определение свойств системы на основе информации о свойствах ее элементов, не только труднейшая, но она только начинает осознаваться как одна из самых актуальных и самых универсальных проблем современной науки. Известных успехов достигли специалисты в области создания новых полимеров. Им действительно удается порой создавать искусственные материалы, обладающие заранее заданными свойствами. Однако их достижения в большей степени обязаны накопленному опыту и интуиции инженеров и химиков, нежели строгим выводам науки.

Проблемами сборки на молекулярном уровне занимается квантовая химия. Однако ее успехи пока еще очень ограниченны, и многие экспериментальные факты, нам всем известные, продолжают оставаться глубокой тайной. Так, например, мы очень много знаем о свойствах кислорода и водорода и, конечно, знаем, что их соединение — вода — будет образовывать систему, молекула которой состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Но мы совершенно беспомощны в объяснении свойств этой системы. Почему, например, плотность воды до поры до времени, как и у других веществ, растет вместе с падением температуры? Но ниже 4 градусов Цельсия она падает. В чем секрет такой аномалии? Можно ли сборку этой системы, называемую водой, полностью объяснить известными нам законами физики и химии и редуцировать изучение свойств воды к изучению атомарного уровня ее компонентов?

На подобный вопрос у нас пока нет ответа. И такие безответные вопросы нас встречают всюду. Можно ли было, например, предсказать свойства высокотемпературной сверхпроводимости у таких диэлектриков, как металлокерамика? Вот почему, когда я прочел последнюю книгу Пригожина, посвященную проблемам необратимости времени, мне показалась не очень оправданной его попытка редуцировать проблему

«стрелы времени» к изучению тех уточнений, которые следует, может быть, внести в основное уравнение квантовой механики. Мне кажется вполне допустимой мысль о том, что на квантово-механическом уровне нет «стрелы времени». Там царствует обратимость, и замена знака временной координаты на обратный ничего не изменяет в характере процессов, протекающих на этом уровне, а наблюдаемая потеря временной симметрии на макроуровне — это всего лишь следствие особенностей механизмов сборки.

И для этого, как мне кажется, существуют определенные основания. В самом деле, мы видим, что для объяснения необратимости процесса эволюции на макроуровне достаточно факта стохастичности и существования механизмов бифуркационного типа. И оно не требует редукции к законам микромира. Кроме того, процесс перехода от микроуровня к макроуровню, то есть процесс сборки, так же как и другие процессы, проходящие во Вселенной, реализуется в условиях недертеминированных и подверженных бифуркациям.

Вот почему мне представляется непротиворечивой возможность сочетания временной асимметрии макроуровня с временной симметрией микроуровня.

Если процессы сборки и изучение тех или иных свойств системы зависят от свойств ее элементов и представляются столь сложными в мире неживой природы, то можно себе представить, сколь глубоки они в мире живого вещества и тем более в обществе! Рассматривая объединение отдельных элементов в систему, мы сталкиваемся с необходимостью рассматривать его как некоторый процесс, учитывающий его историю, то есть стохастику, неопределенность и наследственность.

Очень интересные данные нам дает этология — наука о поведении животных, особенно стадных. Стадо, например, северных оленей (карибу) начинает обладать присущим ему свойством лишь в том случае, если оно достигнет определенной численности. Несколько отдельных оленей, даже если они находятся вместе, не проявляют тех свойств совместного поведения, которые свойственны большому стаду.

При его формировании большую роль играет наследственность, точнее, своеобразная память, о которой я буду говорить в одном из следующих разделов. Но, во всяком случае, если в стадо диких оленей попадают домашние олени, то их поведение всегда несколько отлично от стандартного, и они, например, в первую очередь оказываются добычей волков.

Таким образом, чтобы изучить поведение стада, его свойства как некоторой системы, а стадо является системой, совершенно

недостаточно знать особенности отдельных животных. Механизм сборки — это в данной ситуации особый процесс, требующий изучения неизмеримо большего, чем изучение поведения отдельных животных. Во всяком случае, этот процесс порождает определенное кооперативное поведение, обеспечивающее в известном смысле «оптимальное» функционирование системы. В подобных ситуациях говорить о редукционизме просто не имеет смысла.

Но это утверждение вовсе не означает признание витализма или какой-либо из его разновидностей. Просто в процессе «сборки» возникают новые системные свойства, не выводимые из свойств объектов более низкого уровня.

Я уже произнес одно выражение — «кооперативное поведение». Оно, конечно, имеет смысл лишь тогда, когда речь идет об объектах, для которых можно говорить о «целеполагании», например, для живых существ, стремящихся сохранить свой гомеостазис. Кооперативность поведения, которой будут посвящены несколько разделов этой книги (если ее рассматривать с позиций механизмов сборки), есть лишь специальный случай возникновения общих для системы свойств. Но при переходе к изучению общесистемных характеристик человеческого общества именно это свойство коллективов и любых организаций нашего общества приобретает важнейшее значение. А в проблемах коэволюции биосферы и человека — решающее!

Я уже говорил, что развитие нашего мира на всех его уровнях представляется в форме некоторого процесса непрерывного возникновения (и разрушения) новых систем, новых организационных структур. И механизмы сборки, определяющие процессы становления этих систем, их возникновение как синтез, объединение более просто организованных систем, элементов, возникновение новых свойств, нового качества, являются стержнем всего мирового процесса развития.

Несмотря на их роль в нашем понимании общих процессов развития, столь необходимого нам сегодня в выработке стратегии во взаимоотношении человека и природы, мы очень мало можем сказать об общих свойствах «механизмов сборки», а тем более прогнозировать результаты их действий. Задача изучения свойств этих механизмов, как мне кажется, еще толком не поставлена.

Механизм обратной связи и понятие «организация»

При описании процессов физической природы понятием

«организация» или «структура» системы обычно не пользуются. Для этого, оказывается, достаточно понятия «состояние». Однако по мере усложнения изучаемых систем, особенно при переходе к исследованию проблем самоорганизации сложных многомерных динамических систем, понятия «состояние» оказывается недостаточно. Возникает потребность в общих интегральных характеристиках. Одной из таких и является понятие организации структуры внутренних связей системы прежде всего. При изучении объектов биологической или общественной природы без понятий «организация» или «структура» обойтись уже невозможно.

Потребности в изучении структурных свойств системы различной физической природы привели к возникновению даже специальной дисциплины — Теории организации. Она существует уже довольно давно и обладает собственными принципами и методами описания. Возникновение этой дисциплины можно связать с именами известного кристаллографа, члена Российской академии Е. Федорова и врача, физиолога и известного общественного деятеля А. Богданова.

Первый из них обратил внимание на то, что разнообразие архитектурных форм существования вещества значительно беднее разнообразия материала, участвующего в природных процессах. Этот факт, имеющий глубокий философский смысл, сделал содержательным выделение структуры вещества как самостоятельного объекта исследования. Такое исследование Е. Федоров провел на кристаллах. Оказалось, что независимо от химического состава вещества, способного к кристаллизации, существует лишь определенный набор кристаллических структур, которые могут существовать в природе. Е. Федоров дал его описание (закон Федорова).

Если для нас сегодня описание кристаллических структур является не более чем наглядной иллюстрацией некоторого общего свойства материального мира, то для Е. Федорова соображения философского и общесистемного характера были продуктом побочным — его интересовали именно кристаллы. Тем не менее теория Федорова заложила основы статики в Теории организации, то есть изучения стабильных структурных форм материи.

Двумя десятилетиями позднее проблемами организации стал заниматься А. Богданов. Он стремился изучать прежде всего общие принципы организации материального мира и, в частности, динамику организационных форм, то есть изучать характер их изменения под действием внешних и внутренних факторов. Иными словами, если Е. Федоров рассматривал

организацию как неизменное свойство, присущее данному объекту, то А. Богданов на обширном материале из различных областей естествознания и обществоведения демонстрировал существование общих закономерностей в изучении организационных структур явлений самой разной природы.

Несмотря на то, что понятие «организация» используется весьма широко, его четкое определение отсутствует. Его не дали и создатели новой дисциплины. Мне представляется, что А. Богданов относил понятие «организация» к числу первопонятий, не отделимых от понятия «материя»: любой материальный объект обладает определенной организационной структурой, любой процесс протекает в рамках определенной организации, а само по себе понятие «организация» не имеет смысла, оно всегда должно быть связано с тем или иным материальным носителем.

С конца прошлого века математики начали заниматься проблемами, которые по своему существу очень близки к Теории организации. Это проблемы топологии и качественной теории дифференциальных уравнений. Я думаю, что благодаря усилиям математиков, работающих в этих областях, уже начал формироваться специальный инструментарий Теории организации. Начало подобным качественным исследованиям было положено А. Пуанкаре.

Значение математических методов и математической интерпретации в теории организации стало особенно наглядным в последнее десятилетие, когда были обнаружены удивительные свойства универсальности систем различной природы, испытавших многократные бифуркации. Изученные сначала на относительно простых явлениях, таких, например, как отображение отрезка в себе, они, как оказалось, свойственны и процессам более сложной природы (см. подробнее: Пуанкаре. О кривых, определяемых дифференциальными уравнениями. М., 1953; Вул Е., Синай Я. Г., Ханин К. М. Универсальность Фейгенбаума и термодинамический формализм. «Успехи математических наук», М., 1984, № 3).

Кажется бессмысленным говорить об организации, не называя ее материального носителя. И тем не менее нам приходится это делать. Ведь нечто подобное случилось с понятием пространства после создания общей теории относительности, когда стали очевидными связь и единство пространства, времени и распределения материи. Теперь мы знаем, что «чистое» пространство — это некоторая фикция, некоторая абстракция. Но это вовсе не означает, что нельзя изучать свойства и особенности того же пространства, той же организации самих по себе. Изучение подобных абстракций чрезвычайно важно для науки и

составляет основу многочисленных дисциплин. В конечном счете теоретическая наука в отличие от эмпирии всегда имеет дело с идеализациями реальных объектов. И не только наука. Ведь изучаем же мы законы архитектуры, не вдаваясь в изучение подробностей физических свойств тех материалов, из которых построены разнообразные шедевры зодчества, и изучаем и архитектурные формы, мало беспокоясь о том, как используются здания.

Подобный путь формирования и использования абстракций традиционен для науки — это важнейший способ познания. И Теория организации Богданова является одной из таких теоретических схем. И в таком качестве ее вполне оправданно считать фундаментом современной теории систем. В самом деле, целостное представление о системе требует прежде всего изучения ее организации. И чтобы добиться такого представления, надо сначала ответить на вопрос о том, что такое организация. Во всяком случае, объяснить тот смысл, который мы собираемся вложить в это слово. Общеинтуитивных соображений по этому поводу уже недостаточно.

Любой процесс может быть описан в терминах состояний. Это могут быть фазовые переменные, относящиеся к конечномерным объектам, или функции (в том числе и функции распределения). К числу характеристик состояния можно иногда относить и функционалы, то есть числа, зависящие от переменных состояний. Все переменные состояния так или иначе изменяются во времени. И в каждом конкретном случае можно говорить о характерных временах их изменения, как это принято в физике или технике, измеренных в некотором временноподобном масштабе времени.

Описание процесса изменения состояний — это и есть, с точки зрения математика и физика, описание эволюции (или развития) изучаемого процесса. И в таком контексте понятие «организация» кажется, вообще говоря, ненужно — без него вроде бы можно и обойтись. Однако, проводя исследование того или иного объекта, мы, как правило, обнаруживаем, что характерные времена изменения некоторых переменных его состояния значительно больше соответствующих времён других переменных. Вот эти первые переменные состояния мы и условимся относить к элементам организации.

Другими словами, организация изучаемого объекта (системы) — это совокупность консервативных, медленно изменяющихся (в частном случае — постоянных, неизменных) характеристик объекта. У кристаллов это их геометрия — взаимное расположение вершин, ребер, граней. В турбулентном

потоке это средние характеристики давления, пульсации скоростей и т. д. В теории динамических систем под организацией естественно понимать топологию ее фазовых траекторий, структуру аттракторов и т. п.

В процессе исследования мы следим за изменением организации системы, изучаем условия ее коренной перестройки. С помощью использования подобных терминов часто оказывается возможным описать более наглядно те или иные свойства механизмов бифуркационного типа, поскольку именно в точках катастрофы и происходит резкое изменение организации структуры системы.

С этих же физикалистских позиций можно изучать организацию и живого мира, и общественных структур, определяя каждый раз те характеристики эволюционного процесса, которые мы будем относить к организации. Однако, как мы это увидим ниже, введенное определение организации при переходе к высшим уровням организации материи должно быть существенно дополнено.

Используя понятие организации, мы можем представить основное содержание синергизма — процесса самоорганизации материи — как изменение ее организации, описать процессы развития системы последовательностью переходов от одних квазистабильных состояний, характеризуемых определенными параметрами организации, к другим. Предлагаемый подход отвечает тому представлению о роли временных масштабов при изучении процессов, протекающих в окружающей среде, которые мы находим в многочисленных публикациях В. И. Вернадского.

Заметим, что такое представление лежит, по существу, в основе инструментария современного системного анализа. В самом деле, в каждом конкретном исследовании всегда тем или иным образом определяется (фиксируется) временной интервал, в пределах которого изучается тот или иной объект — например, глубина прогноза погоды или количество жизненных циклов популяции. Величина подобного интервала является важнейшей характеристикой исследования, определяющей цель исследователя.

Но если в любом исследовании всегда существует некоторый характерный интервал времени, то по отношению к нему мы можем провести (и всегда проводим) некоторое ранжирование или классификацию отдельных процессов: быстрые, медленные и т. д. Например, в ряде случаев можно изучать функционирование системы, считая ее организацию неизменной, как в задаче об изучении механических свойств кристалла. Это позволяет нам построить один вариант асимптотической теории. В других

случаях можно игнорировать детали некоторых быстропротекающих явлений — получим другой тип асимптотических теорий. Поясним сказанное на примере анализа изменения характеристики климатических процессов.

Говоря о погоде, мы имеем в виду характерные времена порядка нескольких дней. И для ее изучения важнее всего структура атмосферной циркуляции — распределение атмосферных фронтов, характер движения циклонов и т. д. На фоне этой видимой «организации» погоды мы изучаем ее детали, нас интересующие: где и когда выпадут осадки, каков будет суточный ход температуры, чему будет равна максимальная скорость ветра и т. д.

Если же речь пойдет об анализе долговременного климатического процесса, о его зависимости от астрономических факторов, то, например, динамика отдельных циклонов нас уже не будет особенно интересовать. Зато станут значительными новые характеристики: особенности динамики океанических масс, структура энергообмена океан — атмосфера, изменение альбедо земной поверхности и ряд других, которые в «чисто погодных» исследованиях считались постоянными.

Таким образом, наши рассуждения общего характера приводят в конце концов к вполне конкретным методическим рекомендациям в анализе процессов самоорганизации. Одновременно мы видим, что понятие организации достаточно условно, что многое зависит от требований, предъявляемых к анализу. То, что в одних условиях мы можем считать параметрами функционального характера, в других можно отнести к элементам организации.

При переходе к описанию живых, а тем более общественных систем мы должны усложнить понятие организации, поскольку значительно усложняются связи между характером функционирования и структурой системы. Поэтому, говоря об организации систем живой и общественной природы, мы будем иметь в виду не только их консервативные характеристики, но и все те особенности, которые существенным образом влияют на их жизнедеятельность.

Организация систем в живом мире рождает совершенно новый тип механизмов развития, неизвестных в мире неживой материи. Это механизмы обратной связи.

Любому живому существу, любой живой системе свойственно стремление сохранить стабильность своей организации (своего гомеостазиса). Разрушение организации живой системы означает ее гибель. Эти системы способны в определенных пределах изменять свое состояние.

Механизмы, определяющие изменения состояния, которые являются реакцией на внешние воздействия и ими определяются, условимся называть механизмами обратной связи. Можно говорить об отрицательных обратных связях, поддерживающих гомеостазис, то есть компенсирующих внешние воздействия, и о положительных, которые ухудшают стабильность системы.

Многие считают, и я долго разделял эту точку зрения, что отрицательные обратные связи, которые поддерживают гомеостазис, как раз и есть та главная особенность, которая отличает все живое от неживого: живое всегда стремится сохранить свою стабильность. Это факт эмпирический.

Но, видимо, это распространенное мнение не вполне точно. В самом деле, с одной стороны, принцип Ле-Шателье, справедливый для неживой материи (он является следствием законов сохранения), можно трактовать как «стремление» сохранить гомеостазис, С другой — некоторые прокариоты и вирусоподобные существа, которых мы традиционно относим к живому миру, по-видимому, лишены способности формировать петли обратной связи. Не вдаваясь здесь в обсуждение этих трудных и сложных вопросов, мы тем не менее можем утверждать, что стремление к гомеостазису, сохранению собственной стабильности, стабильности рода, популяции всегда было одним из мощнейших факторов эволюции, фактором, который открывал прямое влияние на интенсивность естественного отбора.

Но диалектика развития непрерывно демонстрирует нам неоднозначность результатов любых конкретных тенденций и противоречивый характер любых категорических утверждений типа «только так и не иначе».

Устойчивость, доведенная до своего предела, прекращает любое развитие. Она тормозит реализацию принципа изменчивости. Чересчур стабильные формы — это тупиковые формы, эволюция которых прекращается.

Чрезмерная адаптация или специализация столь же опасна для совершенствования вида, как и его неспособность к адаптации. Стремление к гомеостазису должно компенсироваться другими тенденциями, определяющими рост разнообразия. А такие тенденции неизбежно должны будут формировать механизмы не только отрицательных, но и положительных обратных связей. Одна из таких тенденций порождается, видимо, принципом минимума диссипации энергии, о котором я уже говорил.

Было уже отмечено, что этот важнейший принцип отбора может быть распространен и на живые системы, и я предложил

его расширенную формулировку. Обобщенный принцип минимума диссипации — это такое же эмпирическое обобщение, как и принцип сохранения гомеостазиса.

Живые системы всегда открытые системы. Им свойствен метаболизм, то есть обмен энергией и веществом с окружающим миром, без этого они не могут существовать. И одной из ведущих тенденций их развития является стремление в наибольшей степени использовать энергию внешней среды, уменьшая тем самым свою локальную энтропию.

Этот факт тоже эмпирический: стремление так изменить систему, в такую сторону направить эволюционный процесс, чтобы увеличить ее способность усваивать внешнюю энергию и вещество, столь же свойственно живому, как и стремление сохранить гомеостазис. Эти тенденции в известных условиях могут оказаться противоречивыми, что особенно хорошо видно при анализе общественных форм организации.

В результате непрерывно совершающихся компромиссов между этими тенденциями возникают быстро развивающиеся «прогрессивные» формы эволюции. К таким относятся, например, Человек и формы более стабильные, развивающиеся значительно медленнее и даже практически остановившиеся в своем развитии, вроде термитов и муравьев.

Примечание. *Термиты, конечно, продолжают развиваться, адаптироваться к изменяющимся условиям. Но, появившись около 400 миллионов лет тому назад, эти родные братья тараканов не столь уж и отличаются от их бесконечно далеких предков.*

Таким образом, одной из важнейших особенностей любого эволюционного процесса, протекающего в живом мире, является противоречивое взаимодействие тенденций двух противоположных типов — тенденции к стабильности (сохранению гомеостазиса), нуждающиеся в укреплении отрицательных обратных связей, и тенденции поиска новых, более рациональных способов использования внешней энергии и вещества, требующих формирования положительных обратных связей.

Способы разрешения этих противоречий, то есть структуры возникающих компромиссов, могут быть самыми различными. И это обстоятельство тоже в значительной степени ответственно за разнообразие организационных форм материального мира.

Изучение в этом плане развития общества представляет специальный интерес для анализа современных общественных отношений глобального характера, и мы еще вернемся к этому

вопросу.

Исследование процессов развития

Нильсу Бору принадлежит известное высказывание о том, что описать процессы, протекающие в окружающем мире, с помощью одного языка невозможно. Необходимо много разных языков описания, много разных интерпретаций, в каждом из которых отчетливее проявляются те или иные особенности изучаемого явления. Понимание, необходимое человеку в его практической деятельности, требует рассмотрения изучаемого предмета с разных позиций.

Проблема понимания — это вечная проблема. Она стоит перед философией и другими науками со времен древних греков и носит не только научный, не только идеологический, но и психологический характер. И сформулированный тезис Бора достаточно общепринят: вопросы интерпретации всегда занимают в любой научной дисциплине весьма почетное место. Интерпретация всегда особенно важна при изучении проблем развития, где разнообразие материала делает становление его особенно трудным.

Различные интерпретации процесса самоорганизации, позволяющие рассмотреть его в разных ракурсах, дают возможность более отчетливо представить себе то общее, что присуще разным формам движения, и те различия, которые определяют необходимость непрерывного расширения средств анализа. Одна из таких интерпретаций связана с вариационной трактовкой принципов отбора. Как мы увидим, она позволяет подойти к пониманию особой роли компромиссов, а следовательно, и конкретного поведения в истории живого мира.

В 1744 году французский математик и физик Мопертьюи обратил внимание на то, что законы Ньютона допускают вариационную постановку. Другими словами, он показал, что движение, совершающееся согласно законам Ньютона, доставляет некоторым функционалам экстремальное значение. Будучи сыном своего века, он придал этому факту определенный теологический смысл. Позднее были открыты и другие вариационные принципы: принцип наименьшего действия Гаусса, принцип виртуальных перемещений Лагранжа, принцип Гамильтона — Остроградского и т. д. Сначала вариационные принципы были открыты в механике, затем в электродинамике и других областях физики. Оказалось, что все основные уравнения, которыми оперирует физика, определяют траектории, являющиеся экстремалями некоторых функционалов.

Вокруг вариационных принципов развернулись споры. Физиков, математиков и философов (особенно последних) смущало то, что эти принципы можно трактовать в качестве проявления некоторой высшей целесообразности. Даже в 30-е годы XX века еще шли дискуссии по поводу вариационных принципов, причем порой они носили весьма жаркий характер. Однако постепенно эти споры сами собой прекратились. Причиной тому послужило более глубокое изучение природы дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы и их связи с вариационными принципами. Оказалось, что практически для любого из уравнений, которые являются выражением того или иного закона сохранения, может быть составлен такой функционал (зависящий от фазовых координат системы), что для него эти уравнения являются уравнениями Эйлера. Другими словами, их решения являются экстремалями. На этих траекториях соответствующий функционал достигает своих экстремальных (или стационарных) значений. Это результат чисто математический, но он имеет глубокий философский смысл. В самом деле, живи мы в другой Вселенной с другими физическими законами, все равно там были бы свои вариационные принципы и своя «высшая целесообразность».

Вариационная формулировка законов сохранения — одно из главных положений современной физики. Однако эти законы не исчерпывают всех принципов отбора, которые выделяют реальные движения из множества мыслимых. Но оказывается, что и другим законам и ограничениям всегда можно придать оптимизационную формулировку, причем переформулировка ограничений в вариационной форме может быть произведена бесчисленным количеством способов. К числу принципов отбора, допускающих оптимизационную постановку, относятся, конечно, и известные принципы Онсагера и Пригожина.

Таким образом, движение неживой материи мы всегда можем описать в терминах многокритериальной задачи оптимизации: найти такие состояния системы, которые обеспечивают минимальные значения функционалов (1),

$W_1(x) \Rightarrow \min; W_2(x) \Rightarrow \min; W_3(x) \Rightarrow \min.$

где W_1 — это функционал, мимизация которого обеспечивает выполнение законов сохранения; W_2 — функционал, минимизация которого обеспечивает выполнение кинематических условий и т. д.

Из математического анализа известно, что одновременная минимизация нескольких функций (или функционалов) имеет смысл лишь при выполнении некоторых специальных условий. Обозначим через Ω_1 множество экстремальных значений

функционалов W_1. Тогда задача

$W_2(x) \Rightarrow \min$

будет иметь смысл, если мы будем, например, разыскивать минимальные значения функционала $W_2(x)$ на множестве Ω_1 и т. д. Таким образом, задача (1) имеет смысл тогда, когда множество функционалов упорядочено, ранжировано по порядку их значимости, а пересечение множеств Ω_1 минимальных значений этих функционалов не пусто. При этих условиях требование (1) определит некоторое множество допустимых состояний. Оно и является ареной развивающихся событий.

При описании явлений неживой природы функционалы [W_1.] действительно всегда ранжированы, причем первое место занимают законы сохранения: ничто не может нарушить законы сохранения массы, импульса, энергии… Различные связи — голономные, неголономные и любые другие ограничения имеет смысл рассматривать лишь для систем, для которых законы сохранения выполнены. Среди всех таких ограничений особое место для открытых систем занимает принцип минимума роста энтропии или минимума диссипации энергии. Он как бы замыкает цепочку принципов отбора: если законы сохранения, кинематические и прочие ограничения еще не выделяют единственной траектории развития системы, то заключительный отбор производит принцип минимума диссипации. Вероятно, именно он играет решающую роль в появлении более или менее устойчивых неравновесных структур в общем процессе самоорганизации материи.

В рамках описанной схемы можно дать следующую интерпретацию процессов, протекающих в неживой природе. Тенденции к разрушению организации и развитию хаоса (повышению энтропии) препятствует ряд противоположных тенденций. Это прежде всего законы сохранения. Но не они одни препятствуют разрушению организации. Принцип минимума диссипации энергии не только отбирает из тех движений, которые допускаются законами физики (им не противоречат), наиболее «экономные», но и служит основой «метаболизма», то есть содействует процессу возникновения структур, способных концентрировать окружающую материальную субстанцию, понижая тем самым локальную энтропию. Так, в стохастической среде, способной порождать явления типа странного аттрактора, когда исходные малые различия состояний могут породить в последующем сколь угодно большие различия, в пространстве состояний возникают области, отвечающие локальным минимумам функционала, характеризующего рост энтропии. Эти области возможных состояний оказываются «областями

притяжения» в силу принципа минимума диссипации. И в них складываются условия для возникновения локальных структур, чья квазиустойчивость определяется их способностью использовать энергию и вещество из окружающего пространства. Указанные выше локальные минимумы и определяют те каналы эволюции, о которых уже шла речь в предыдущей главе.

Картина, описанная для процессов, протекающих в неживом веществе, принципиально усложняется на уровне живой природы, ибо здесь появляется целеполагание — тенденция к самосохранению, стремление сохранить гомеостазис. Эта тенденция (не сводимая к законам физики) тоже может быть формализована совокупностью условий, каждое из которых допускает вариационную форму.

$\Phi_i(x) \Rightarrow \min$, где $i = 1,2,3\ldots$

Однако по отношению к этим функционалам в отличие от функционалов XVI природа уже не дает правил для их автоматического ранжирования. В игру вступает новый фактор — естественный отбор. Значение функционалов СИ, определяющих гомеостазис в данных конкретных условиях обитания, различно с точки зрения обеспечения гомеостазиса. Для каждого живого существа возникает свой оптимальный способ поведения, то есть ранжирования функционалов, и каждое из них пытается его найти.

Естественный отбор закрепляет тех представителей, которым лучше других удается ранжировать приоритеты для сохранения гомеостазиса в данных конкретных условиях, другими словами, лучше приспособиться к внешней среде.

Все сказанное только что можно выразить и несколько иначе. Естественный отбор как бы сам формирует некоторый функционал и определяет его оптимальное значение, то есть наиболее выгодное поведение. При этом в отличие от функционала действия живое существо вовсе не обязательно должно реализовывать это оптимальное поведение. Однако чем ближе оно будет к этому оптимальному, тем лучше живое существо будет приспособлено к окружающей среде и тем больше у него шансов выжить в данных конкретных условиях.

Живая система, например популяция, существует во всегда изменяющейся внешней обстановке. Это значит, что непрерывно должен меняться и характер упорядоченности функционалов $[\Phi_1]$. Таким образом, для любого живого существа, а тем более для живого мира, на множестве функционалов, определяющих гомеостазис того или иного вида, уже нет и не может быть однозначной раз и навсегда определенной упорядоченности, которая существует, как мы это видели, на множестве

Функционалов [W_1], то есть на множестве законов физики, которые никто нарушить не может.

Законы живого мира, не сводимые к законам физики, выполняются не столь жестоко, они могут нарушиться, но за их нарушение живое существо платит жизнью. В живом мире вступают в действие адаптационные механизмы, требующие непрерывной «переранжировки» элементов множества функционалов [$Ф_1$]. Живой организм, как это показал великий русский физиолог И. П. Павлов, приобретает систему рефлексов — условных и безусловных. Это и есть результат «установившейся» ранжировки, которая при изменившейся ситуации может оказаться трагичной.

Используя язык многокритериальной оптимизации, который был введен в этом параграфе, я могу сказать, что выработка рефлексов проводит необходимую ранжировку функционалов [$Ф_1$] и устанавливает алгоритмы их локальной оптимизации. (В теории управления системы, обладающие четким алгоритмом обратной связи, называются рефлексными.)

В этой главе я выделил два класса механизмов развития: адаптационные и бифуркационные. Выработка рефлексов — это результат действия адаптационных механизмов. Любое постепенное изменение тех или иных свойств развивающихся систем (в том числе правила поведения отдельных членов популяции), происходящее под действием естественного отбора, — это тоже результат действия подобных механизмов. И каждый раз такие механизмы отыскивают некоторый локальный минимум. (Этот факт позволяет дать еще одно определение адаптационных механизмов на языке теории исследования операций: механизмы, реализующие алгоритмы поиска локальных экстремумов без прогноза изменений внешней среды, то есть лишь но информации об окружающей обстановке, полученной в данный момент, мы и будем называть адаптационными.)

Ракурс, который нам дает теория исследования операций в изучении общего эволюционного процесса, позволяет по-новому увидеть и роль бифуркационных механизмов в развитии материи. Используя язык этой теории, мы могли бы сказать, что бифуркационные механизмы в отличие от механизмов адаптационных осуществляют нелокальную оптимизацию.

То, что начинает происходить в природе, когда вступает в действие бифуркационный механизм, чем-то похоже на ту ситуацию, в которой вычислитель, работая с диалоговой системой оптимизационных расчетов, время от времени при решении сложной задачи отступает от использования локальных

алгоритмов типа наискорейшего спуска.

Так он поступает всякий раз, когда используемый алгоритм перестает уже совершенствовать систему, когда его потенциальные возможности оказываются исчерпанными. В этом случае опытный вычислитель начинает использовать какой-либо неэффективный, но зато нелокальный метод поиска.

Изучение алгоритмов развития живых систем показывает, что здесь существенно изменяется и роль принципа минимума диссипации энергии по сравнению с его ролью в процессах развития неживой природы.

В самом деле, в живых системах уже не идет речь о роли энтропии — наоборот, возникают формы, обладающие способностью уменьшать локальную энтропию. Метаболизм — поглощение свободной энергии и вещества — становится основой развития живых существ. Из принципа, который действует лишь тогда, когда другие принципы отбора не выделяют единственной траектории развития процесса, он превращается в тенденцию, свойственную любой живой системе — тенденцию максимизировать локальное уменьшение энтропии за счет метаболизма.

Исследования особенностей самоорганизации живой природы показывают, что вместе с усложнением организации живых систем возникают и определенные противоречия между их стремлением к сохранению гомеостазиса, стабильности и тенденцией максимизировать эффективность поглощения и использования внешней энергии и вещества.

По-видимому, всю историю развития жизни на Земле можно было бы изложить на языке, использующем противоборство различных тенденций. Не исключено, что разрешение противоречий между этими двумя тенденциями происходит по классическому образцу, установленному в теории исследования операций: спонтанно возникают те или иные свертки основных критериев, а естественный отбор загоняет систему в один из локальных экстремумов этого комбинированного критерия, характеризующего особенность той или иной локальной ниши. Во всяком случае, история антропогенеза показывает, что подобная гипотеза не лишена подобных оснований.

Итак, эволюция живого мира может изучаться под углом зрения «поисков компромиссов»: наблюдаемое состояние живой системы оказывается всякий раз непростым компромиссом. Заметим, что отыскание таких компромиссов происходит без участия интеллекта — принципы отбора формируют те механизмы, которые находят эти стихийные «алгоритмы эволюции».

Совсем иначе складывается ситуация на социальном уровне организации материи. Здесь ранжирование функционалов [Φ_1], определяющих условия гомеостазиса и формирования их свертки, становится прерогативой интеллекта. Поскольку те или иные предпочтения, которые определяют поведение людей, являют собой субъективное представление о способах обеспечения социальной стабильности, будь это отдельный человек, род, племя и т. д., субъективный фактор начинает играть все большую роль.

Возникающая неопределенность, которую порождает субъективный фактор, начинает во многих случаях заменять природную стохастичность, необходимую для развития эволюционного процесса. Изменчивость теперь в значительной степени определяется различием в целях, различием в оценках обстановки и путях достижения целей, даже если они и совпадают. Мы видим, что деятельность интеллекта качественно меняет все алгоритмы отбора.

На уровне живой природы наиболее типичными и легко наблюдаемыми являются механизмы адаптационного типа, а бифуркации возникают лишь в исключительные моменты ее истории. На социальном уровне ситуация также радикальным образом изменяется. Более того, говоря об общественных формах движения, мы должны внести существенные коррективы в ту условную классификацию механизмов развития, которую ввели ранее.

В самом деле, развитие любой социальной системы из любого состояния может происходить заведомо не единственным образом даже и тогда, когда она не подвержена действию неизвестных нам сил, случайностям и неопределенностям. Причина тому — интеллект, который включается в процесс выбора «продолжения».

Дальнейшее развитие любого процесса общественной природы определяется той ранжировкой функционалов, если пользоваться языком, который мы употребляем в этом параграфе, то есть той субъективной шкалой предпочтений, которая существует у каждого человека. А точно предусмотреть действия людей нельзя в принципе: в одних и тех же условиях два разных человека часто принимают совершенно разные решения. Отсюда возникает неоднозначность и неопределенность возможных продолжений процесса развития в каждый момент времени.

Другими словами, каждое состояние социальной системы, по нашему определению, является бифуркационным. Именно это обстоятельство приводит к резкому ускорению всех процессов самоорганизации общества. По мере развития научно-технического процесса и производительных сил организационные

основы общества начинают изменяться во все возрастающем темпе.

Заметим, что язык оптимизации, то есть отыскания экстремальных значений некоторых функционалов, с помощью которого мы описали алгоритмы развития на нижних уровнях организации материи, сохраняет свое значение и для социальной реальности. Однако интеллект производит фильтрацию возможных решений, возможных типов компромиссов неизмеримо эффективнее и быстрее, нежели это делает механизм естественного отбора.

Активное участие интеллекта в процессе развития позволяет расширить область поиска оптимума. Общественные силы перестают быть рефлексными, такими, в которых локальный минимум разыскивается по четко регламентированным правилам. Поэтому для описания алгоритмов развития, действующих в системах социальной природы, простого языка оптимизации становится уже недостаточно. Мы вынуждены использовать другие способы описания, принятые в теории исследования операций и системном анализе. В частности, это язык и методы анализа конфликтных ситуаций и многокритериальной оптимизации.

Особое значение приобретает «обобщенный принцип минимума диссипации», область применения которого непрерывно расширяется. На протяжении всей истории человечества стремление овладеть источниками энергии и вещества было одним из важнейших стимулов развития и устремления человеческих интересов. И поэтому оно всегда было источником разнообразных конфликтов.

По мере развертывания научно-технического прогресса, по мере истощения земных ресурсов все более утверждается новая тенденция — стремление к экономному расходованию этих ресурсов. Возникают, в частности, безотходные технологии. Преимущественное развитие получают производства, требующие небольших энергозатрат и материалов, это прежде всего электроника и биотехнология. На протяжении всей истории темпы развития энергетики опережали темпы развития других отраслей производства. Теперь, кажется, эти темпы начинают выравниваться.

Способность использовать свободную энергию и другие ресурсы планеты практически всегда определяла исход конфликтов между социальными структурами, а также отбор таких структур. По-видимому, так будет и в дальнейшем, хотя теперь появится много других факторов отбора организационных общественных структур, о чем я буду специально говорить во

второй части этой книги.

Поэтому изучение конфликтных ситуаций и принципов отыскания компромиссов приобретает на современном этапе особую важность. Именно в этой сфере знаний может проявиться потенциальная способность человека самостоятельно и целенаправленно формировать алгоритмы развития.

Замечания о принципах минимума диссипации

Обсуждая принципы отбора и механизмы развития, особое внимание я уделил принципу минимума диссипации энергии. Этот вопрос не нов. Проблема «экономии энтропии» — этой меры разрушения организации и меры необратимого рассеяния энергии — уже неоднократно была предметом самого тщательного анализа. Однако я придал этой проблеме не совсем привычную трактовку. Поэтому, формулируя те или иные положения, касающиеся принципа минимума диссипации, я должен показать их связь с теми утверждениями, которые выдвигались другими авторами.

Мое утверждение, которое относилось к миру неживой материи, было следующим: если множество устойчивых (квазиустойчивых, стабильных) движений или состояний, удовлетворяющих законам сохранения и другим ограничениям физического характера, состоит более чем из одного элемента, то есть они не выделяют единственного движения или состояния, то заключительный этап отбора, отбор реализуемых движений или состояний, которые также могут и не быть единственными, определяется минимумом диссипации энергии или минимумом роста энтропии.

Это утверждение не является строгой теоремой, подобной вариационным принципам механики. Это всего лишь предположение, но достаточно правдоподобное и, во всяком случае, не противоречащее экспериментальному материалу. И поэтому оно позволяет получить весьма полезные результаты, полезные с точки зрения практики. Приведем один пример, иллюстрирующий его применение.

Рассмотрим установившееся движение по круглой трубе смеси двух жидкостей разной вязкости, но одинаковой плотности. Коэффициент вязкости этой смеси будет зависеть от процентного соотношения ее составляющих. Рассматриваемое течение моделирует движение суспензии, представляющей собой жидкость со взвешенными в ней частицами, когда их размер очень мал по сравнению с диаметром трубы.

Течение такой суспензии обладает замечательным свойством: в узкой зоне около стенок трубы взвешенные частицы отсутствуют. Это явление носит название пристеночного эффекта. Его подробное аналитическое исследование было проведено Ю. Н. Павловским (см.: Павловский Ю. Н. О пристеночном эффекте. — Механика жидкостей и газов. М., 1967, № 2, с. 160).

Законам сохранения может удовлетворить движение смеси с произвольным распределением концентрации более вязкой жидкости. Однако в природе устанавливается такое течение, которое обладает пристеночным эффектом, когда концентрация жидкости большей вязкости практически равна нулю у стенок трубы и максимальна в окрестности ее оси. Оказывается, что такое течение удовлетворяет принципу минимума диссипации.

Нетрудно привести еще серию примеров из самых разных областей науки и техники, показывающих, как, используя принцип минимума диссипации, можно объяснить и предсказать целый ряд наблюдаемых явлений.

Итак, опытные данные показывают, что существует определенный класс явлений в неживой природе, для которых принцип минимума диссипации энергии оказывается одним из важнейших принципов, позволяющих выделить реальные состояния из множества виртуальных. На этом основании в предлагаемой книге и был сформулирован этот принцип как некоторое эмпирическое обобщение, если угодно, как некоторая гипотеза.

Именно в такой форме он и был внесен в иерархию принципов отбора. В ней он играл роль «замыкающего» принципа: когда другие принципы не выделяют единственного устойчивого состояния, а определяют целое возможное множество, то принцип минимума диссипации служит дополнительным принципом отбора. Заметим, что среди неустойчивых (или лучше сказать, быстро протекающих) движений могут быть и такие, которым отвечает меньшее производство энтропии. Однако из-за их неустойчивости мы их и не способны наблюдать.

Чтобы избежать лишних дискуссий, я хочу еще раз подчеркнуть, что мое утверждение не является строгой теоремой и вряд ли оно вообще может быть обосновано с традиционных позиций, согласно которым обоснование того или иного вариационного принципа сводится к доказательству тождественности траекторий движения экстремалям минимизируемого функционала. Мне кажется, что обсуждаемый факт связан с общим стохастическим фоном любого явления, протекающего в нашем мире.

Заметим, что, никогда специально не формулируя, мы всегда

пользуемся еще одним подобным принципом — «принципом устойчивости». Этот принцип я бы сформулировал так: множество наблюдаемых стационарных состояний включает в себя лишь устойчивые. Он тривиален, если учесть, что любая система все время подвержена действию случайных возмущений. В самом деле, мы никогда не наблюдаем карандаша, стоящего на своем острие, или маятника в его верхнем неустойчивом состоянии.

Вариационные принципы, возникшие в механике и физике, сыграли выдающуюся роль в их развитии и создании эффективных методов анализа различных прикладных задач. В последние десятилетия вариационные принципы широко использовались и при создании сложных физических теорий. На этом пути очень важные результаты были получены еще в 1931 году создателем неравновесной термодинамики голландским физиком Л. Онзагером. Им был найден некоторый функционал, который получил название потенциала рассеивания, достигавший своего минимального значения на решениях уравнений, описывающих движение сплошной среды, в которой происходят химические реакции. В 1947 году бельгийским физиком И. Пригожиным другим путем был также получен принцип, который был им назван принципом минимума производства энтропии. В 70-х годах венгерский физик И. Дьярмати показал, что оба эти принципа при известных условиях являются эквивалентными (см.: Дьярмати И. Неравновесная термодинамика. М., 1974) и принцип Пригожина следует из принципа Онсагера.

Работа Онсагера, Пригожина и их последователей имела своей целью построение «классических» вариационных принципов, таких, из которых законы сохранения, то есть уравнения, описывающие движение среды, были бы прямыми следствиями. Другими словами, ими была сделана попытка построить принципы, носящие достаточно универсальный характер. Во всяком случае, такой же, как и принципы механики. Однако для их вывода требовалось сделать ряд серьезных предположений об особенности изучаемых движений и процессов: локальная обратимость, линейность в смысле Онсагера и т. д. Благодаря этому развитие и использование принципов Онсагера и Пригожина для анализа прикладных задач столкнулись с целым рядом трудностей, и их область применимости оказалась на деле весьма ограниченной.

Вместе с тем И. Пригожин дает следующую формулировку принципа минимума производства энтропии: «Теорема о минимуме производства энтропии… утверждает, что производство энтропии системой, находящейся в стационарном, достаточно близком к равновесному состоянию, минимально»

(см.: Пригожин И. Р. Время, структуры и флюктуации. — Успехи физических наук. М., 1980, т. 131, вып. 2, с. 185). Он рассматривает сформулированный принцип в качестве весьма универсального.

Примеров, показывающих неуниверсальность этого принципа, который в литературе получил название теоремы Пригожина — Глейнсдорфа, сейчас известно уже достаточно много. Поэтому я отношу принцип Онсагера — Пригожина — Глейнсдорфа, как и остальные классические вариационные принципы, к числу важных утверждений физики и физикохимии, каждый из которых имеет свою вполне определенную область применимости. Что же касается принципа «минимума энтропии», который я ввел и использую в этой работе, то он не имеет прямого отношения к указанным выше принципам, не следует из них и представляет, с моей точки зрения, некоторое эвристическое утверждение, отвечающее тому, что мы наблюдаем в окружающем мире.

Проблема формулировки принципов отбора, когда мы переходим к описанию процессов развития живого вещества, еще резко усложняется. Появляется стремление к сохранению гомеостазиса, которому отвечает представление об обратных связях. Они, в свою очередь, являются новыми принципами отбора, свойственными только живой природе.

Но эти принципы отбора действуют совершенно иначе, нежели принципы отбора в неживой природе. Так, например, законы сохранения массы или импульса не могут не выполняться. Ничему и никому ни при каких обстоятельствах не дано возможности нарушить эти законы. Что же касается принципа стабильности живого организма — принципа сохранения гомеостазиса, то он проявляется не как закон физики, а как тенденция: живое существо стремится сохранить свою стабильность, но в принципе оно способно ее и нарушить. При этом оно может погибнуть или выжить, но это уже другой вопрос. Тенденция сохранения гомеостазиса у живого вещества — это эмпирическое обобщение, ибо оно наблюдается в природе и не знает примеров, ему противоречащих.

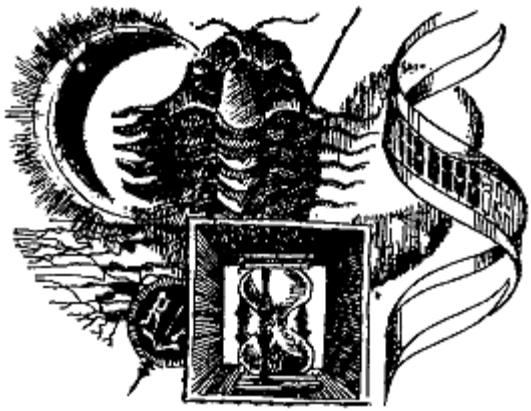
Точно так же и принцип минимума диссипации энергии проявляется в живом веществе как некоторая тенденция: эмпирический принцип переходит в эмпирическую тенденцию — любому живому существу свойственно стремление в максимальной степени использовать внешнюю энергию и вещество.

Я думаю, что это очень важный принцип, неэквивалентный принципу сохранения гомеостазиса. Более того, в известных условиях первый может даже противоречить второму. Эту

проблему я уже обсуждал. Здесь заметим только, что с позиций представления о самоорганизации разрешение возникающего противоречия вполне возможно; чтобы найти новые и более устойчивые состояния, живая система должна покинуть старое состояние, а это можно сделать только за счет внешних энергии и вещества при положительных обратных связях, разрушающих старые стабильные состояния.

В живой природе описанное противоречие между тенденцией к локальной стабильности и стремлением в максимальной степени использовать внешнюю энергию и материю является одним из важнейших факторов создания новых форм организации материального мира.

ГЛАВА III
Память, ее генезис в преддверии интеллекта



Возникновение генетической памяти и обратных связей

В предыдущих главах я изложил исходные принципы той методологии, которую принимают в качестве основы для глобального анализа: сама Земля и все, что на ней происходило, происходит сегодня и будет происходить завтра — суть частные проявления единого, общего процесса саморазвития материи, подчиняющегося единой системе законов (правил), действующих в нашей Вселенной.

Пользуясь терминологией, получившей ныне широкое распространение, мы можем сказать, что все наблюдаемое нами, все, в чем мы сегодня участвуем, — это лишь фрагменты единого синергетического мирового процесса. Его течение обусловлено законами, характерные времена которых лежат за пределами доступных нам сегодня знаний и измерений. Это позволяет считать их постоянными.

Все развитие нашего мира выглядит сложной борьбой различных противоположных начал и противоречивых тенденций на фоне непрерывного действия случайных причин, разрушающих одни устойчивые (точнее, квазистабильные) структуры и создающих предпосылки для появления новых.

Несмотря на огромные достижения науки последних десятилетий, от нее сегодня, как и во времена В. И. Вернадского, остаются пока скрытыми основные детали важнейшей «земной

тайны» — появления жизни на нашей планете, возникновения буфера — пленки, по терминологии В. И. Вернадского, между космосом и неживым веществом Земли. Мы знаем только, что около 3,5–4 миллиардов лет тому назад на Земле появилась качественно иная форма организации материи, которая обладает удивительной способностью усваивать внешнюю энергию, прежде всего энергию Солнца, с помощью реакции фотосинтеза.

Примечание. *Впрочем, может быть, и иным путем. В конце прошлого века С. Н. Виноградским был открыт хемосинтез — процесс образования некоторыми бактериями органических веществ из двуокиси углерода за счет химических реакций, например, окисления серы. Открытие наряду с фотосинтезом реакции хемосинтеза существенно расширило наши представления о возможностях возникновения и развития форм жизни, которыми располагает Природа.*

На этапе возникновения жизни Природа нашла новый ряд организационных форм, которые обеспечивают материальным объектам значительно более глубокое значение минимума функционала, отвечающего обобщенному принципу диссипации энергии, — возникли организационные формы, способные не только рассеивать энергию, но и накапливать ее.

Одновременно эти формы обладали невероятной способностью сохранять свой гомеостазис. В самом деле, первые прокариоты появились и жили на Земле в условиях почти кипящего океана, при исключительной сейсмической активности и очень высоком уровне коротковолновой радиации — ведь тогда еще не было озонового слоя!

Я думаю, что из всех живых организмов, когда-либо существовавших на планете, эти первые организмы были, вероятно, самыми «жизнестойкими». Они обладали самой высокой способностью адаптации к быстрому изменению условий обитания, которое было характерным для поверхности нашей планеты тех времен.

И к этому надо добавить еще следующее: первые прокариоты были практически бессмертными. Именно бессмертными, как и всякое неживое образование. Их можно было, конечно, разрушить, но собственной смерти они, вероятно, еще не знали. На этом этапе развития материи уже произошло отделение живого от неживого, но пропасть между живым и неживым еще не была столь глубока, как сегодня.

И тем не менее будущее принадлежало не этим существам, обладающим фантастической способностью сохранять

гомеостазис. В конечном итоге эта эволюционная ветвь земной жизни оказалась тупиковой — не им принадлежало будущее. Господство прокариотов на Земле тянулось, вероятно, значительно больше одного миллиарда лет. Это они создали газовую оболочку планеты и условия, которые позволили появиться гораздо позднее эукариотам.

Последним и была передана эстафета дальнейшего развития. Они уже овладели кислородным дыханием. И, обладая им, эукариоты могли утилизировать внешнюю энергию неизмеримо более эффективно. Другими словами, они в гораздо большей степени могли добиваться локального снижения энтропии.

Но эти новые формы организации материи заплатили за свое возникновение дорогую цену: в отличие от прокариотов эукариоты сделались смертными. Они потеряли способность первых прокариотов сохранять свой гомеостазис практически в любых земных условиях.

В предыдущей главе я попытался показать, что многообразие форм жизни определенным образом связано с множеством возможных компромиссов между тенденциями обеспечения собственного гомеостазиса и стремлением живых систем реализовать обобщенный принцип минимума диссипации. Возникает ситуация, которая чем-то напоминает движение по поверхности Парето. Как известно, это многообразие замечательно тем, что увеличение одного из критериев (показателей) сопровождается уменьшением значения другого или других: на ней нельзя добиться одновременного роста значений всех критериев. Когда система находится на поверхности Парето, то для того, чтобы улучшить какую-либо из своих характеристик, она неизбежно должна поступиться уменьшением других.

Примечание. *Множество Парето, названное так по имени известного итальянского экономиста Парето, играет важную роль в теории многокритериальной оптимизации. Предположим, что мы хотим найти такую стратегию — вектор x, которая наилучшим образом отвечала бы нашим стремлениям увеличить значение целого ряда показателей — скалярных функций* $\psi_1(x)$, $\psi_2(x)$…. *Тогда, задавая некоторое значение вектору* $x = x_1$*(в пространстве этих показателен мы получаем некоторую точку* $P(x_1)$ *с компонентами* $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$…

Предположим теперь, что мы нашли такую стратегию $x = x^*$, *для которой имеют место неравенства:*

$\psi_1(x) \leq \psi_1(x^*)$; $\varphi_2(x) \leq \varphi_2(x^*)$;

Очевидно, что в дальнейшем стратегию $x = x_1$ *мы можем уже*

не рассматривать — она по всем показателям хуже стратегии x = x. Значит, нас могут интересовать только те точки P(x) в пространстве показателей, для которых нельзя найти другой точки x*, такой, чтобы по всем показателям имели бы место неравенства*

$\varphi_1(x) \leqslant \varphi_1(x^*); \varphi_2(x) \leqslant \varphi_2(x^*);$

Совокупность всех подобных точек P в пространстве показателей и называется поверхностью (или множеством) Парето, а точки, лежащие на ней, — компромиссами Парето.

Появление эукариотов, которые на определенном этапе земной истории сменяют на вершине жизненной пирамиды прокариотов и становятся носителями дальнейшего развития жизни, служит наглядной иллюстрацией «паретовских компромиссов». Уменьшение стабильности отдельного организма, появление индивидуальной смертности как генетического свойства этой формы жизни сопровождались увеличением эффективности (во много раз) в использовании внешней энергии. Это открывало живому веществу совершенно новые возможности для своего развития.

Именно потеря бессмертия позволила включить в единый процесс развития новые механизмы эволюции, резко интенсифицировать естественный отбор. Переход от царства прокариотов к царству эукариотов — это такой же гигантский шаг в мировом эволюционном процессе, как и переход от человекоподобного австралопитека к современному человеку, а может быть, даже и больше.

С момента появления эукариотов начинается все ускоряющееся совершенствование видов и стремительный рост их разнообразия.

Однако об этом начальном периоде земной истории, о возникновении первых прокариотов и появлении первых эукариотов мы знаем очень мало. Но нет сомнений в том, что это была одна из важнейших страниц истории жизни на планете. Появление эукариотов (и современных прокариотов) на авансцене жизни привело к возникновению генетического кода или, во всяком случае, тесно связано с ним: без него ничто смертное не могло бы появиться в биосфере.

Появление существ, индивидуальная жизнь которых конечна, стало возможным лишь при наличии специальной формы памяти, обеспечивающей реализацию принципа наследственности. И она возникла! Это был генетический код, с помощью которого запоминалась и передавалась необходимая наследственная информация.

Напомню, что сейчас алфавит генетического кода состоит из четырех букв — четырех нуклеотидов. Ничему не противоречит гипотеза о том, что в начале истории земной жизни могли существовать и другие варианты языка, кодирующего наследственные признаки. Но в наших земных условиях — подчеркну, в конкретных условиях земной жизни — сложившаяся форма передачи наследственности, наследственной информации, — оказалась, вероятно, наиболее стабильной. Она позволила более надежно воспроизводить себе подобных, сохранив оптимальную для тех времен, конечно, изменчивость, то есть уровень мутагенеза. Становление генетической памяти резко интенсифицировало весь эволюционный процесс.

Примечание. *Я думаю, что генетический код, как и все «гениальные находки жизни», возник и утвердился в результате жесточайшей конкуренции и естественного отбора. Живые существа, наделенные другими способами кодирования наследственной информации, просто не выдержали конкуренции и вымерли. Разумеется, высказанное соображение не более чем гипотеза. Никаких подтверждений для него мы не знаем. Но оно и не противоречит изложенным выше принципам самоорганизации материи и согласуется с ними. Если это так, если жизнь возникла или существует в других мирах, в других частях Вселенной, то вовсе не обязательно, что ее генетический код, то есть структура ее наследственной памяти, будет такой же, как и на Земле. В других условиях более надежной может оказаться иная форма хранения и передачи наследственной информации. Возникновение наследственной памяти, взаимосвязанное с появлением биологической смерти как естественного явления и с редупликацией, то есть способностью воспроизводить себе подобных, означало появление качественно новых возможностей для расширения многообразия организационных структур материального мира. В самом деле, конечность существования отдельного организма сама по себе обеспечивает высокий уровень изменчивости и, следовательно, адаптацию к изменяющимся условиям и «открытие» возможностей более эффективно совершенствовать способы освоения внешней энергии.*

Особую роль в эволюции жизни играет история развития нервной системы. Говоря о нервной системе, мы неизбежно вступаем в область кибернетики или, точнее говоря, теории управляющих систем. Ведь вместе с жизнью возникает и целеполагание, и целенаправленная деятельность, прежде всего стремление сохранить свою стабильность, свой гомеостазис.

Мы не раз уже употребляли понятие «гомеостазис», и настало время уточнить его смысл, тем более что это понятие очень широкое и разными специалистами трактуется по-своему.

В медицине и биологии, говоря о гомеостазисе, имеют в виду внутреннюю стабильность, внутреннее равновесие организма. То же, если речь идет о системе живых существ, например о популяции. Но для той популяции не менее важна и оценка внешних характеристик окружающей среды, их соответствия возможностям функционирования живой системы. Этот контекст более важен для данной работы, и именно в нем мы и будем в дальнейшем использовать понятие гомеостазиса.

Условимся называть границей области гомеостазиса (или просто гомеостазиса) данной живой системы множество — линию, поверхность, гиперповерхность в пространстве параметров внешней среды, отделяющей область их значений, внутри которой существование живой системы возможно, от остального пространства. Переход из области гомеостазиса через ее границу означает прекращение возможности существования данного организма, данной живой системы.

Когда мы говорим о тенденции к сохранению гомеостазиса, то мы имеем в виду стремление живого организма или системы организмов расширить границы возможностей своего существования. Это может быть достигнуто двумя путями. Во-первых, организм может так изменить свои собственные характеристики, что становится способным существовать в более сложных условиях, то есть расширить зону гомеостазиса за счет своих внутренних возможностей. Во-вторых, он, чтобы отодвинуть опасную границу, может изменить саму внешнюю среду, ее параметры.

Эволюция живой природы использует, разумеется, обе эти возможности. Другими словами, живые существа стремятся не только сами адаптироваться к окружающей среде, но и изменить эту среду так, чтобы ее характеристики в наибольшей степени соответствовали их возможностям существования.

Чтобы обеспечить свой гомеостазис, живое существо должно обладать целым рядом свойств. Во-первых, оно должно быть способным оценивать свое положение по отношению к границе гомеостазиса. Но для этого необходимы специальные устройства. В физиологии они называются рецепторами. Если использовать терминологию теории управления, то мы должны сказать, что для сохранения своего гомеостазиса живое существо должно обладать специальной информационной системой. В простейшем случае рецепторы — это датчики (как гироскоп у автопилота), информирующие организм о его состоянии и состоянии

окружающей среды.

Далее, информация, полученная датчиками, должна перерабатываться и оцениваться. Наконец, на основе проведенного анализа должно приниматься определенное решение. Вот все эти функции и реализует нервная система, которую мы с полным правом можем назвать системой управления организмом, ибо она выполняет все перечисленные функции, которые присущи любой управляющей системе.

Следует заметить, что нервная система — это не единственная управляющая система, которой обладает организм. Функции управления в достаточной степени рассредоточены (как во всякой сложной управляемой системе, целиком централизованное управление невозможно). К числу других управляющих систем организма относится, например, эндокринная система. Но нервная система, «возглавляемая» мозгом, занимает в жизнедеятельности организма совершенно особое место.

Самая трудная для понимания и исследования функция системы управления — это акт принятия решений. Именно он ответствен за образование обратных связей, существующих в организме и связывающих организм и окружающую среду. Благодаря этой функции нервной системы организм способен не только определять свое положение по отношению к границе гомеостазиса, но и вырабатывать определенную совокупность действий, компенсирующих нежелательные отклонения от «нормы».

Хотя природа сформировала цепочки обратных связей еще на самой заре жизни, люди поняли их принципиальное значение и начали сознательно использовать сравнительно недавно — лишь при проектировании технических систем для придания устойчивости их работе.

Наверное, интуитивно люди уже давно прибегали к использованию принципа обратной связи — вспомним поведение рулевого на любом судне. Но первой технической системой, в которой сознательно реализовался принцип обратной связи, послужившей к тому же основанием для создания большой современной науки (Теории управления техническими системами), был регулятор Уатта. Создателями этой теории принято считать инженера И. А. Вышеградского (бывшего при императоре Александре II министром финансов Российской империи) и знаменитого английского физика Дж. К. Максвелла. Они разработали математическую теорию этого регулятора независимо друг от друга в конце сороковых годов прошлого века.

Теорию управления техническими системами можно было бы назвать, не делая большой ошибки, теорией отрицательной обратной связи. Главные задачи, которые она долгое время решала, так или иначе были связаны с отысканием такой обратной связи, которая позволяла бы компенсировать возникающие помехи и обеспечивать устойчивость некоторых избранных состояний или движений системы. Лишь в последние десятилетия возникли новые разделы теории управления, значительно расширившие область ее применения.

Норберт Винер еще в сороковых годах нашего века утверждал, что существование отрицательных обратных связей у живых существ является одной из основных, а может быть, и главной особенностью, отличающей живую природу от неживой. Технические системы с обратной связью в счет не идут, поскольку они обладают обратной связью по воле их создателя — человека.

Это утверждение Н. Винера получило широкую известность. В литературе нередко высказывается убеждение, будто бы факт существования отрицательных обратных связей как основное отличие живых существ от неживых предметов является открытием Н. Винера. Однако еще за 15 лет до работ Н. Винера П. К. Анохин также утверждал, что наличие отрицательных связей, обеспечивающих устойчивость организмов, — это то самое главное, что присуще жизни, что создает у живых существ возможность целеполагания — стремление к сохранению гомеостазиса, что отличает жизнь от процессов, протекающих в неживой природе. Ученики и последователи П. К. Анохина считают именно его зачинателем современной биокибернетики.

Но, по-видимому, ни П. К. Анохин, ни Н. Винер не были правы. А правильную точку зрения первым высказал скорее всего А. А. Богданов, который еще в 1911 году занимался общими проблемами организационных структур. Его книга «Всеобщая организационная наука или тектология», которая была опубликована в 1911 году, написана довольно архаичным языком, и, конечно, самого термина «обратная связь» у автора просто нет, да и не могло быть, поскольку он появился лишь в двадцатых годах, да и то в лексиконе технических специальностей. Однако, если перевести рассуждения А. А. Богданова на современный язык, можно будет сказать, что для развития организаций любой природы, в том числе и биологических, необходимы не только отрицательные, но и положительные обратные связи.

И действительно, любая организационная система, любое живое существо, в частности, если присмотреться к их деятельности, всегда проявляют способности реализовать оба типа обратных связей. Ведь одни только отрицательные обратные

связи, если они достаточно совершенны, приводят систему в столь устойчивое состояние, что она уже не способна изменяться. А это означает застой и деградацию ее организации и ведет к прекращению всякого развития и к исчезновению той вариабельности, без которой никакая эволюция живого невозможна.

Заметим, что прекращение эволюционного процесса морфологического совершенствования далеко не всегда означает потери живой системой устойчивости по отношению к изменяющимся условиям существования и способности сохранять гомеостазис. Природа демонстрирует удивительные примеры стабильности, когда на протяжении десятков, а то и сотен миллионов лет организмы того или другого вида — как растительного, так и животного царств — остаются практически неизменными. И происходит это за счет удивительного совершенства отрицательных обратных связей. Поэтому для «прогрессивной» эволюции, то есть такого процесса, который ведет к появлению новых качеств, к росту сложности организмов, к повышению уровня разнообразия, необходимы также и положительные обратные связи. Они позволяют расширить поиск, более полно использовать потенциальные возможности изменчивости. В частности, тенденция к повышению эффективности использования внешней энергии вряд ли может быть реализована без использования положительных обратных связей.

В последующем изложении наряду с термином «организация системы» мы будем часто применять и термин «организм». Под организмом, следуя терминологии теории управления, мы будем понимать любую систему, которая не только имеет свои собственные цели, но и обладает определенными возможностями им следовать. Живое существо всегда является организмом, поскольку оно не только имеет цель — сохранить свой гомеостазис, но и обладает определенными возможностями его обеспечения. Организмами являются и многие сообщества живых существ.

Используя эту терминологию, мы можем сказать, что любой организм обладает потенциальной способностью реализовать как отрицательные, так и положительные обратные связи.

Редупликация, метаболизм, возникновение и устойчивость неравновесных структур (неравновесных с точки зрения термодинамики) — все это укладывается в более или менее понятные схемы, и мы сталкиваемся с подобными процессами уже на предбиологическом уровне организации вещества.

Работы М. Эйгена семидесятых годов и его последователей

уже наметили определенные пути их математического моделирования. Что же касается механизмов обратной связи обоих типов, которые присущи всему живому, то их возникновение и сегодня остается тайной за семью печатями. Это такое изобретение природы, для которого у нас нет пока никаких аналогий. Мы еще очень далеки от того, чтобы представить себе модель процесса, который мог бы привести к возникновению какого-либо из механизмов подобного типа. Следуя терминологии В. И. Вернадского, факт существования сложных механизмов обратных связей следовало бы назвать главным «эмпирическим обобщением» в той науке, которая занимается изучением развития Земли и жизни на Земле. В процессе естественной эволюции планеты на ней возникли живые структуры, обладающие механизмами обратной связи, — это мы можем только констатировать.

Сегодня часто употребляют термин «теоретическая биология». В попытках расшифровать это выражение говорят о необходимости создания теоретической биологии на манер теоретической физики и нередко сходятся на том, что такой науки пока еще нет. И это справедливо. Объем накопленного в биологии эмпирического материала действительно требует создания стройной теоретической системы, связанной единым становым хребтом, который подобен закону Ньютона в классической механике.

Но такой фундаментальной основы в биологии пока еще нет. Поэтому мне представляется, что альтернативой царствующей эмпирии и разрозненным концепциям и теориям, являющимся озарением гениев, а не следствием дедуктивного анализа, суждено будет сделаться модели, описывающей возникновение в живом веществе обратных связей.

На этот путь нам указывает и опыт последних десятилетий. М. Эйгену удалось построить модель редупликации и метаболизма биологических микромолекул. Если бы удалось сделать следующий шаг и построить нечто подобное для объяснения механизма обратных связей, то мы могли бы заменить сформулированное выше эмпирическое обобщение стройной логической схемой и тем самым заложить основу теоретической биологии.

Рефлексное управление и нервная система

Итак, в процессе эволюции живые системы (организмы) обзавелись механизмами обратных связей, которые помогают им

обеспечивать собственную стабильность и дальнейшее развитие. Носителями реакций обратных связей являются все управляющие системы живого существа и прежде всего нервная и гормональная системы. Эволюционируя как система управления организмом, нервная система непрерывно усложняется в процессе эволюции и в результате превращается в систему, содержащую блоки переработки информации и выработки команд исполнительным органам.

В предыдущей главе я не раз использовал слово «синергетика». Этот термин включает в себя понятие эволюции в том смысле, что любой эволюционный процесс, протекающий в живом мире, является проявлением синергизма, то есть характеризуется возникновением стабильных, квазистационарных, но существенно термодинамически неравновесных структур. Поэтому можно сказать, что в рамках единого синергетического процесса возникли более или менее устойчивые структуры, способные реализовывать обратные связи, которые играют роль новых принципов отбора, сужающих множество возможных движений — вариантов поведения, — доступных живому организму в силу законов неживой природы.

Проблема возникновения устойчивых структур, реализующих обратные связи, невольно сталкивает нас с проблемами редукционизма, с вопросами о сводимости законов, описывающих развитие живого мира, к законам, определяющим процессы, протекающие в неживой природе. Ответа на этот вопрос сегодня еще нет, и поэтому, может быть, представляет известный интерес переформулировать его с помощью того языка, который используется в книге.

Любой процесс самоорганизации способен реализовать лишь те потенциальные возможности, которыми располагает Природа. По мере развертывания этого процесса происходит непрерывное усложнение его деталей. В этой связи можно считать, что в своем усложнении структур и связей между ними Природа вводит в действие все новые и новые принципы отбора из своего арсенала. Другими словами, усложнение организации нашего мира означает, по существу, все более глубокое использование потенциальных возможностей Природы, всего того, что заготовлено ею впрок при рождении Вселенной.

Такой взгляд на мировой процесс развития не противоречит общим принципам диалектики и нашему опыту. Но в то же время он не более чем гипотеза. В его основе лежит тот факт, что для описания процессов, протекающих в живом мире, мы вынуждены вводить новые принципы отбора, которые отсутствуют в мире неживой материи.

Тот «физикалистский подход», который был объявлен в этой книге, неизбежно приводит нас к следующему вопросу: можем ли мы быть уверенными в том, что принципы отбора, действующие в живом мире, заложены в «синергетический потенциал» Природы? Нельзя ли их считать только новым ракурсом рассмотрения законов физики, управляющих и неживой природой? Мне кажется, что проблему биологического редукционизма следует сегодня формулировать именно таким образом.

После этих замечаний общего порядка обратимся вновь к проблемам развития нервной системы и анализу тех следствий ее постепенного усовершенствования, которые нам потребуются для дальнейшего изложения. Мы сказали, что функционирование механизмов обратной связи в живом организме обеспечивает прежде всего нервная система. Возможно, справедливо и такое утверждение: все, что связано в организме с процессами регистрации, с переработкой информации и с последующей затем процедурой выработки его поведения (то есть принятия решения), следует и называть его нервной системой.

Последовательное совершенствование нервной системы в процессе эволюции является, может быть, наиярчайшим примером, который демонстрирует возможности самоорганизации в живом мире. Проследить этот процесс во всех его деталях было бы чрезвычайно важно с чисто прикладной точки зрения. Такое знание могло бы не только дать огромный материал для размышления естествоиспытателям и медикам, но и стать источником аналогий в инженерном деле и в исследованиях по кибернетике и теории искусственного интеллекта.

К сожалению, начальные эпизоды, начальные этапы истории возникновения нервной системы от нас скрыты очень прочной завесой. А как важно было бы знать, каким образом и на каком этапе возникла дифференциация клеток, среди которых были первые нервные волокна? Как происходило усложнение функций нервной системы?

Здесь возникает, конечно, и целый ряд других вопросов, важных для физиолога и биолога. А кибернетический подход к анализу деятельности нервной системы, то есть изучения ее как системы управления всем организмом, ставит, в свою очередь, еще множество других интереснейших вопросов.

В предыдущем изложении я постоянно стремился подчеркнуть существование и важность для эволюционного процесса двух противоречивых, но тесно связанных между собой тенденций — стремление сохранить гомеостазис и тенденцию реализовать обобщенный принцип минимума диссипации

энергии. Возникновение нервной системы было связано, по-видимому, прежде всего с необходимостью сохранения гомеостазиса и выработкой определенных рефлексов, обеспечивающих существование (выживание) организма.

Что же касается второй тенденции, то есть стремления в максимальной степени использовать внешние вещество и энергию, то сказать что-либо определенное о ее реализации на первоначальных этапах развития нервной системы очень трудно. Наверно, еще никто и не пытался исследовать эту проблему. Я могу лишь предполагать, что на ранних этапах развития живого нервная система, которая тогда, может быть, и не представляла собой систему, вряд ли оказывала заметное влияние на рост эффективности в использовании внешних энергии и вещества. В тот период этот процесс развертывался, вероятно, на чисто физико-химическом уровне.

В конечном итоге рост эффективности в использовании внешних ресурсов достигается, разумеется, через посредство естественного отбора, поскольку усвоение энергии и вещества оказывало определенное влияние на развитие организма и, следовательно, его нервной системы. Но проследить какие-либо детали этого процесса сегодня уже невозможно.

По мере совершенствования организмов, по мере их усложнения и развития нервной системы положение начинает меняться, а с появлением зачатков интеллекта именно на нервную систему возлагается основная ответственность за совершенствование механизмов использования внешней материи и энергии. С общеметодологической и научной точки зрения очень важно было бы понять, как линия развития системы управления целенаправленной деятельностью живых существ приводит однажды к тому, что именно нервная система становится решающим фактором эволюции и формирования компромиссов между указанными двумя тенденциями.

Итак, развитие жизни можно рассматривать в ракурсе тех возможностей использовать внешние ресурсы, доступные организмам и видам, которые они вырабатывают в процессе эволюции. Конечно, до поры до времени единственным источником энергии было Солнце (ролью хемосинтеза в земной эволюции на уровне нашего анализа можно пренебречь). И вначале в распоряжении жизни был лишь один механизм использования солнечной энергии — фотосинтез с его ничтожно малым коэффициентом полезного действия. За те 1,5–2 миллиарда лет, которые сначала были эрой господства микроскопических водорослей и плесени (прокариотов) и которые понадобились для того, чтобы процесс самоорганизации

смог создать механизм кислородного дыхания и его носителей — эукариотов, коэффициент полезного действия в использовании внешней энергии возрос в несколько раз. Количество используемой энергии на единицу биомассы по мере развертывания эволюционного процесса непрерывно росло. И этот рост происходил, вероятно, по экспоненциальному закону.

Следующим фундаментальным шагом в развитии жизни, после того как она обрела кислородное дыхание, было появление живых существ, пищей для которых стали фотосинтезирующие растения. Такие живые существа усваивали энергию в гораздо больших концентрациях, нежели сами растения.

Затем появились животные, которые стали питаться другими животными. Это еще больше увеличило эффективность использования внешней энергии.

Наконец появился человек!

Однажды он научился использовать не только энергию окружающей его живой природы, но и ту энергию, которую накопили прошлые биосферы, — ту энергию Солнца, которую использовала биота прошлых времен и сумела сохранить в Земле в форме ископаемых углеводородов. А в самом конце современного этапа истории жизни человек научился использовать и ту энергию, которую наша планета получила из космоса в период своего образования, — энергию атомного ядра.

На этом этапе развития нервная система уже сформировала мозг, возник Разум. И его роль теперь уже становится определяющей.

Но вернемся снова на много миллионов лет назад — к тем временам, когда основными управляющими воздействиями, которые могла вырабатывать нервная система, были элементарные рефлексы. Информация о них сохранялась генетической памятью и передавалась по наследству. Следуя терминологии теории управления, нервную систему на этом этапе развития можно назвать системой управления рефлексного типа. Напомню, что этим термином (который, кстати говоря, взят из физиологии) называют управляющие системы, в которых реакция на внешние воздействия является еще достаточно простой и однозначной функцией.

Со временем эволюционный процесс стал приобретать новые черты. Поведение животных по мере усложнения их организаций все время усложнялось. Их нервная система постепенно перестает быть рефлексной управляющей системой. Это происходит потому, что связь между внешними воздействиями и реакцией организма становится очень сложной, в ней появляются многие опосредствующие звенья, перерабатывающие информацию. Среди

них особое место принадлежит способности «догадываться», которая начинает проявляться у многих высших животных.

В последние годы очень интересные и показательные наблюдения были проведены этологами — специалистами в области поведения животных — над тем, как при изменении условий обитания постепенно меняется поведение отдельных популяций различных животных. Было установлено, например, что популяция городских ворон проявляет явную склонность к «догадливости» и «изобретательности». Их удивительная способность адаптироваться к быстро меняющимся условиям обитания, умение «решать» задачи добывания пищи с помощью достаточно сложных действий и многое другое свидетельствует об их незаурядных «интеллектуальных» способностях. Во всяком случае, их нервную систему никак нельзя отнести к числу рефлексных систем управления.

Таким образом, на определенном этапе эволюции, задолго до появления человека, возник новый феномен самоорганизации, обусловленный целенаправленным поведением живых существ: нервная система высших животных и птиц перестала быть системой управления рефлексного типа.

Забегая вперед, я хотел бы заметить, что без понимания этого феномена, то есть не поняв, как возник «алгоритм угадывания» и что он в действительности собой представляет, вряд ли можно говорить о создании искусственного интеллекта — даже в том случае, если наши вычислительные устройства будут производить не миллионы, а миллиарды арифметических действий в секунду!

А пока что мы очень плохо понимаем, что представляет собой этот алгоритм. Это еще одна проблема самоорганизации материи, которая встает перед биологами и специалистами в области создания и использования компьютеров — проблема, решение которой может быть очень важной не только в чисто познавательном значении, но и иметь разнообразные прикладные аспекты.

Примечание. С помощью компьютеров мы обычно решаем задачи, связанные с операциями, производимыми над множествами дискретных величин, и при этом используем алгоритмы (чаще всего переборного типа), которые не дают ключа к пониманию механизмов отгадывания. А ворона, догадываясь, как надо открыть клетку, в которой лежит корм, явно не использует алгоритма переборного типа. В чем же состоит ее алгоритм отыскания решения?

Механизмы кооперации

Этот параграф, возможно, следовало бы перенести в предыдущую главу. Но, как увидит читатель, он приведет нас к необходимости резкого расширения самого представления о памяти.

Существует еще одна линия единого процесса самоорганизации материи, которой современная научная картина мира обязана не меньше, нежели биологической концепции естественного отбора и борьбы за выживание. Я имею в виду способность материальных образований к кооперации.

В живом мире кооперативная деятельность столь же естественна, как и внутривидовая борьба, но она встречается и за его пределами. Сегодня физики и химики находят проявление кооперативного поведения и в неживой природе: когерентность, резонанс и т. д. Впрочем, я думаю, что в этих случаях имеет место просто неверное толкование термина «кооперативность», хотя налицо согласованность движений объекта и возбуждающих причин.

Кооперативность поведения совместно с внутривидовой борьбой (снова единство противоположностей) пронизывает и определяет весь процесс развития живой природы. Более того, по-видимому, внутривидовая борьба, стремление обеспечить гомеостазис, тенденция к использованию внешних ресурсов и кооперативные механизмы теснейшим образом переплетены друг с другом. Все это только различные стороны одного и того же единого процесса самоорганизации, его основные механизмы. Проиллюстрируем сформулированный тезис.

Как уже говорилось, сведения о начальном периоде жизни на Земле очень скудны. Практически любое утверждение, относящееся к этой эпохе, следует воспринимать лишь в качестве более или менее правдоподобной гипотезы. Одной из таких гипотез является, например, предположение о том, что первые многоклеточные существа возникли в результате кооперации появившихся «элементов жизни». Такое объединение оказалось, видимо, более устойчивым, выжить им было гораздо легче, было легче и усваивать внешнюю энергию.

Гораздо позднее появилась взаимовыгодная возможность «разделения труда» — отдельные составляющие, которые я назвал «элементами жизни», начали приобретать собственные функции, специализироваться. В результате простые вначале объединения постепенно превратились в полноценные кооперации, которые обрели свойства организмов.

В дальнейшем такие кооперативы начинают возникать и на «надорганизменном» уровне, когда происходит объединение многих организмов и это объединение приобретает, в свою

очередь, свойства организма. Примерами таких объединений могут служить термитник или муравейник, в которых кооперация превратила сообщество животных в единый организм.

Историю становления человека также можно рассматривать сквозь призму кооперативных механизмов, как постепенное совершенствование кооперативных начал. В самом деле, любые зачатки трудовой деятельности — это уже проявление кооперативного начала, ибо любая трудовая деятельность требует определенной кооперативной организации.

Другое дело, что кооперативные механизмы — это только одна из разновидностей процессов самоорганизации и ее недостаточно для обеспечения прогрессивной эволюции, то есть эволюции, рождающей все более сложно организованные живые системы с одновременно растущим их разнообразием. Для этого утверждения естественная история дает нам большое число подтверждающих примеров, когда высокая активность кооперативного начала порождает чрезмерную устойчивость вида, препятствующую его развитию. Развитие и стабильность, их сочетание всегда таит противоречивость.

Любой процесс самоорганизации, любые более или менее устойчивые структуры — это всегда результат своеобразного компромисса между несколькими противоречивыми тенденциями. Любая противоречивая или, как говорят в исследовании операций, конфликтная ситуация допускает бесчисленное множество вариантов ее разрешения.

Если в результате разрешения противоречия или конфликта эти термины для нас будут практически синонимами, одна из тенденций подавляется другой, то в большинстве случаев возникает застой — эволюционный процесс замедляется, а то и вовсе образуется «эволюционный тупик». Возникает очень устойчивая структура, практически не имеющая возможности для развития.

Только сохранение противоречий на достаточно высоком уровне способно обеспечить быстрое развитие, хотя при этом система может оказаться и не очень устойчивой, что резко увеличивает риск гибели при незначительном изменении внешних условий.

Прекращение быстрого развития мы условимся называть состоянием «условной деградации». Условной — поскольку в таком состоянии вид животных все же может существовать (практически без значительных изменений) огромные промежутки времени. Примеры такой удивительной устойчивости дают нам те же муравьи и термиты.

Термиты — это родственники современным тараканам,

сформировались как биологический вид 300–400 миллионов лет назад. В те далекие времена они, по-видимому, жили жизнью обычных насекомых — так, как живут, например, те же тараканы. И по-видимому, они хорошо приспособились к условиям, царившим тогда на планете. Можно сказать, даже чересчур хорошо. Именно это и заставило их, вероятно, скооперироваться, когда условия на Земле стали меняться. В результате возникли термитники как единые организмы, в которых поддерживаются их древние привычные условия. Термитов потому и называют «ушедшими в землю», что внутри термитников, внутри тех туннелей, которые они прокладывают, сохраняется уровень влажности и температура того времени, когда они жили на поверхности Земли жизнью обычных насекомых. В термитниках все противоречия разрешены «раз и навсегда». Индивидуальное развитие насекомых практически прекратилось уже сотни миллионов лет тому назад. Кооперативный механизм их поведения обеспечил полную стабильность термитных популяций.

Случай с термитами все же достаточно редкий, может быть, и уникальный. Достаточно часто встречаются иные, более гибкие формы кооперации. Это и косяки рыб, и стада животных, и стаи птиц. Например, стадо животных — это тоже своеобразный коллективный организм, которому легче добывать пищу и обороняться от врагов, чем простой совокупности отдельных особей. У члена стада вероятность быть съеденным хищником гораздо меньше, чем у изолированной особи.

Имеются интересные наблюдения, которые показывают, что стадо копытных животных до поры до времени вообще не боится волков. Волки ходят между пасущимися оленями и высматривают более слабых или больных. Здесь тоже имеет место своеобразная кооперация — кооперация между хищниками и их жертвами. Она полезна, например, и популяциям оленей, поскольку волки выбраковывают слабых особей. И она полезна также и волкам, которые, наметив легкую жертву, не тратят напрасно сил для погони за молодым и сильным животным.

Этологи установили и еще более замечательное свойство популяций, ведущих стадный образ жизни. Отдельные животные иногда жертвуют собой во имя стада для спасения самок или потомства. Такие примеры альтруистического поведения кажутся нам совершенно удивительными. Тем не менее они достаточно типичны.

В результате кооперации складывается новый организм, имеющий собственные цели, свой собственный гомеостазис, который он стремится сохранить всеми имеющимися у него

средствами. Благодаря кооперации у отдельного животного появляются новые возможности для достижения своих «личных целей. Однако заметим, что не всегда цели стада, а тем более популяции совпадают с «целями отдельного животного». В определенных условиях цели стада, а тем более популяции, могут противоречить жизненным интересам отдельных особей.

Иными словами, в кооперативных системах такого рода мы обычно сталкиваемся с противоречивым единством целого организма и его частей, которые также являются организмами. Между противоречивыми тенденциями к сохранению гомеостазиса стада и к сохранению гомеостазисов отдельных особей кооперативный механизм находит своеобразный компромисс: «вступая» в стадо, животное в какой-то степени «жертвует» частью своих интересов, частью своей самостоятельности. Оно уже не может вести себя как угодно. Хотя индивидуальность, например, оленя в стаде не подавлена в такой степени, как у термита, муравья или пчелы, все же его поведение достаточно жестко регламентировано. Оно согласовано с интересами стада как единого целого.

Возникновение стадных организаций, кооперативных сообществ с их достаточно четким внутренним распорядком жизнедеятельности — это тоже результат отбора, того самого естественного отбора, о котором идет речь в эволюционном учении Дарвина. Только теперь отбор происходит не на уровне отдельных живых существ, а на уровне организаций (сообществ). Выживает то стадо, то сообщество, которое обладает лучшей организацией, лучшей приспособленностью к условиям окружающей среды, конкретным условиям обитания.

Мы еще вернемся к этому вопросу, а здесь пока еще раз подчеркнем, что жесткость отбора, то есть острота преодолеваемых противоречий, является необходимым условием любой «прогрессивной эволюции», эволюции, в результате которой возникают новые и более сложные организационные структуры, способные к дальнейшему развитию.

Но любой отбор должен сочетаться с наследственным приобретением признаков, то есть с определенной формой памяти. Какова же должна быть структура памяти, позволяющая совершенствовать не только морфологию организмов, но и организацию целых сообществ?

Негенетические формы памяти

Мы рассмотрели несколько непохожих друг на друга механизмов самоорганизации. Далеко не все детали их

функционирования нам понятны. Еще труднее проследить развитие этих механизмов, в особенности понять, как происходили их становление и «запуск», как они начинали функционировать. Об этом можно только гадать.

Разумеется, в становлении механизмов самоорганизации — механизмов обратной связи, кооперативных механизмов и т. д. — огромную роль играет естественный отбор. Заметим одновременно, что эти механизмы, однажды возникнув, в свою очередь, превращаются в новые средства отбора.

Но объяснить появление этих механизмов и их утверждение в арсенале алгоритмов развития действием одного только естественного отбора тоже, наверное, нельзя. Огромную роль в этом процессе играют различные формы памяти. Мы уже говорили о генетической форме памяти. Но существуют и другие способы реализации наследственности в сохранении информации, играющие столь же важную роль в развитии живого мира. Развитие форм памяти и механизмов самоорганизации — это разные оттенки одного и того же процесса.

Термин «память» можно трактовать по-разному. Здесь мы понимаем его достаточно широко: говоря о памяти, мы имеем в виду систему, обеспечивающую запись (кодирование), хранение и передачу информации от одних поколений к другим. Каждый из этих процессов может быть объектом самостоятельного исследования, а структура их особенностей и их конкретных реализаций представляет интерес не только для биологов, но и для инженеров, занимающихся вычислительной техникой. Развитие этих процессов, то есть процессов формирования памяти, началось, вероятно, одновременно с появлением жизни. Оно шло многими путями и однажды привело к появлению существующих форм памяти и прежде всего к памяти генетической.

Хотя генетическая форма памяти существовала уже у прокариотов, решающий шаг в ее развитии был сделан, я думаю, лишь в эпоху эукариотов. В самом деле, обрести смерть эукариоты могли лишь при условии существования достаточно совершенного механизма передачи информации от одних поколений к другим. Генетическая память — это самый важный инструмент передачи наследственных признаков живыми существами.

Можно думать, что процесс ее утверждения был очень длительным: он продолжался, вероятно, около двух миллиардов лет и носил весьма драматический характер. Можно допустить, что существовало несколько конкурирующих структур памяти. А утвердилась в конце концов только одна, остался лишь один

алфавит, который не только способен передавать все сведения, которые необходимы для воспроизводства и жизнеобеспечения последующих поколений. Эта система оказалась более устойчивой, более способной, чем другие, приспосабливаться к превратностям земной судьбы. А остальные конкуренты, если они и были, исчезли в процессе естественного отбора.

После того как генетическая память сформировалась, в дальнейшем, как затем ни усложнялась жизнь, какие бы новые свойства живого ни проявлялись и ни заносились в эту память, ее язык, способы кодирования информации, ее хранения и передачи уже больше не претерпевали изменений, хотя и появлялись новые слова, сам алфавит наследственности сохранил все те же «буквы», все те же четыре нуклеотида.

Примечание. Какова была истинная история становления генетического кода, можно лишь догадываться. Его появление и утверждение в земной жизни — это такие процессы, которые не оставили никаких следов, и вряд ли когда-либо удастся восстановить их детали. Если предполагаемая гипотетическая схема утверждения генетической памяти более или менее соответствует реальности, то можно предположить, что в других мирах, на других планетах, в других условиях совсем другие нуклеиновые кислоты кодируют наследственную информацию и формируют свои ДНК и свои алфавиты, порождающие иные механизмы передачи наследственной информации.

Естественно ожидать, что при разворачивании эволюционного процесса механизмы памяти не могли быть исчерпаны только памятью генетической. Рост разнообразия, усложнение живых форм и характера усложнения их жизнедеятельности, изменение условий их обитания неизбежно должны были потребовать целого набора механизмов памяти, в котором генетическая память могла выступать лишь в качестве одного из их представителей. И действительно, в процессе эволюции возникло много разнообразных форм кодирования, хранения и передачи информации.

Однако природа ряда механизмов памяти нам до сих пор непонятна, и мы можем строить о них лишь более или менее правдоподобные гипотезы. Так, например, мы не знаем, как происходит передача принципов поведения у насекомых с прерывающимися поколениями.

Подробное обсуждение гипотез, объясняющих действие подобных механизмов, заслуживает специальной работы и уведет нас в сторону от основной задачи. Здесь мы проследим только одну линию развития негенетической памяти, так или иначе связанную с обучением. Она играет решающую роль в

организации сообществ животных, ведущих стадный образ жизни, и является предтечей механизмов памяти, которые возникают вместе с появлением интеллекта. Но разговор об интеллекте будет уже в следующих главах.

Мы уже говорили о кооперативных структурах. Они дают пример организационных форм, которые не могут возникнуть и не могут существовать без специально организованной формы памяти, поскольку подобные кооперативные структуры обладают наследственностью и способны к развитию, а генетическая память их не наследует. Пример тому — поведение домашних оленей. Оказавшись в стаде диких оленей, они нарушают его образ поведения.

Описание различных вариантов механизмов памяти, которые способны обеспечить функционирование кооперативных структур, сегодня вряд ли может быть сколько-нибудь полным. Более или менее очевидно, что генетическая память здесь ни при чем. Кроме того, в целом ряде важнейших ситуаций мы можем вполне отчетливо представить себе основные особенности передачи поведенческой информации следующим поколениям и без участия генетической памяти.

Этот механизм основан на обучении. Он является одним из широко распространенных механизмов хранения и передачи информации у высших животных. Особенно он распространен в стадных и подобных им кооперативных сообществах. Его схема очевидна: старшие учат младших. Учат по принципу «делай, как я!». Этот механизм рождает своеобразный и очень эффективный язык, в котором важную роль играют не только примеры, но и поощрения и наказания.

Это удивительный механизм: он обеспечивает определенные стандарты поведения, без которых сообщество не могло бы выжить. Хотя такие стандарты и не наследуются отдельными организмами с помощью генетического кода, но обойтись без них животным столь же невозможно, как и без наследственных качеств, например, без обоняния или хвоста.

Животное должно знать, где и как находить пищу, что опасно, а на что можно и не обращать внимания. Конечно, многое приобретается и собственным опытом. Но этого опыта недостаточно. Жизнь, увы, скоротечна, а внешние обстоятельства столь сложны и изменчивы! Бот и возникает потребность в системе воспитания, и появляется эта удивительная форма памяти.

Мы хорошо видим, как работает этот механизм, но практически ничего не можем сказать о том, как он возник. Важно, что появился новый язык, с помощью которого передается

информация, не регистрируемая генетической памятью.

Заметим, что с любой формой памяти в живом мире всегда связан определенный язык, с помощью которого информация записывается, запоминается и передается. В рассматриваемом случае языком являются прежде всего стереотипы поведения. Но как возник этот язык, почему его понимают только что родившиеся животные, какова его связь с генетической памятью — хороших ответов на эти вопросы пока еще нет.

Конечно, целый ряд особенностей механизма памяти, основанного на обучении, мы сегодня понимаем уже достаточно отчетливо. Например, мы видим связь между системой воспитания по принципу «делай, как я!» с той системой памяти, которой обладает нервная система любого уровня. Каждое животное способно запомнить определенный объем информации — полностью беспамятливых животных не существует. Именно поэтому, помимо безусловных рефлексов, у животных возникают и рефлексы условные. Благодаря этому свойству нервной системы у животных появляется собственный опыт, но он не наследуется генетически, а передается лишь с помощью обучения.

Связь механизма обучения с той физиологической системой памяти, которая ответственна за формирование условных рефлексов, определяет возможность изменения стандартов поведения и, следовательно, развитие, эволюцию системы обучения, ее адаптацию к изменяющимся условиям обитания. Однако это важное обстоятельство никак не проясняет нам начального этапа в истории «системы обучения» — сам факт ее становления, прежде всего системы, действующей по принципу «делай, как я!», приходится считать «эмпирическим обобщением».

Этология ставит бесчисленное множество подобных вопросов. Об одном из них я уже упомянул: вряд ли поведение насекомых с непересекающимися поколениями, изолированными друг от друга по времени, контролируется генетическим кодом. О системе обучения здесь тоже речи быть не может. Но тогда как объяснить их совершенно однотипное поведение? Или же: почему вдруг начинается массовое переселение леммингов, когда для этого, казалось бы, нет никаких причин?

Таким образом, кроме генетической памяти, изучение которой так далеко продвинулось за последнее время, существуют и другие формы памяти, механизмы которых изучены в гораздо меньшей степени, а чаще и вовсе непонятны.

Эту главу я хотел бы закончить двумя замечаниями.

Первое связано с тем, что понятия «наследственность» и «память» часто отождествляются. Возможно, в этом есть некоторый смысл. Но мне представляется, что понятие

наследственности следует трактовать значительно более широко. Память — это, как мы уже говорили, всегда некоторый конкретный механизм кодирования, хранения и передачи информации. Наследственность же — это понятие, обозначающее характер влияния прошлого на настоящее и будущее.

Вводить понятие памяти, как и понятие информации, необходимо лишь при описании процессов, протекающих в живом мире и обществе, или для анализа процессов в техносфере, созданной деятельностью человека. При описании процессов, протекающих в неживой природе, можно обойтись и без этих понятий.

Что же касается наследственности, то это фундаментальное понятие дарвиновской триады можно использовать для описания процессов самоорганизации любой природы.

Второе замечание касается тех целей, которые я преследую в этой книге. Анализ, предпринятый в этой работе, имеет в конечном счете прикладное значение. Человек в своей деятельности всегда обращается за советами к Природе. Правда, он не всегда их у нее получает. И тогда возникают «чисто» человеческие изобретения, например, колесо или воздушный винт.

Но, размышляя о том, что такое искусственный или коллективный интеллект, какими должны быть пути его создания, хочется увидеть и понять: каким образом жизнь оказалась наделенной интеллектом, как он складывался в Природе, как из первой, может быть, единственной клетки возникло в конце концов образование из многих десятков миллиардов нейронов — мозг, — способный не только изобретать, не только творить, но и познавать самого себя?

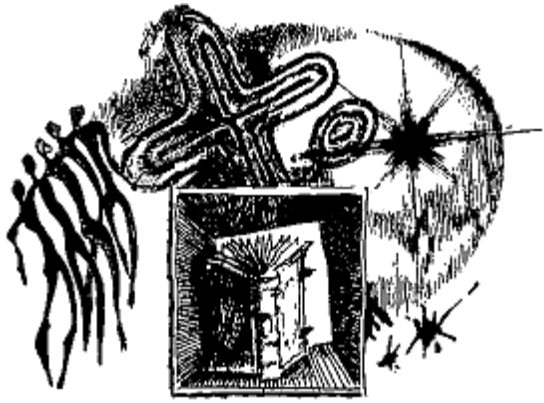
И мы видим, что на этом пути естественного развития в этом процессе самоорганизации материи возникают различные «самоорганизующиеся» конструкции и прежде всего память. Не поняв их смысла, вероятно, невозможно осознать и особенности мышления. Феномен мозга, способного мыслить, — это тоже «произведение самоорганизации». И память в его становлении занимает совершенно особое место.

Я думаю, что проблема генезиса памяти и ее различных форм и проблема их развития и совершенствования — это проблема не только физиологии. В равной степени она значима и для теории искусственного интеллекта. Ее решение необходимо для создания тех конструкций, которые, будучи плодом рук человеческих, плодом деятельности его мозга, смогут бесконечно расширить возможности нашего интеллекта в познании окружающего мира, столь необходимого нам именно теперь, в эпоху, когда

человечество столкнулось с проблемой сохранения цивилизации на планете.

Примечание. Для того чтобы лишний раз подчеркнуть сложность обсуждаемых вопросов и показать читателю, как мало мы здесь преуспели, я хотел бы заметить, что даже само понятие «память» не имеет пока однозначного толкования. То определение, которое было использовано в этой главе, носит чисто прагматический характер и отвечает тому интуитивному пониманию, которое существует у каждого человека. На самом деле понятие памяти гораздо глубже: оно тесно связано с проблемой времени и с феноменом необратимости процессов, протекающих в макромире. Я еще вернусь к этому вопросу.

ГЛАВА IV
Эволюция и становление интеллекта



Что мы будем называть интеллектом?

В процессе эволюции живого вещества непрерывно развивалась и нервная система. В результате постепенно возник мозг. Мозг и интеллект совсем не синонимы. У динозавров, которые господствовали на Земле в течение сотен миллионов лет, уже имелся мозг в современном понимании этого слова. Его нейроны вряд ли отличались чем-либо существенным от нейронов современных высших животных, хотя даже у травоядных гигантов размеры мозга не превосходили размеров куриного яйца.

Появление мозга было важнейшим этапом эволюции нервной системы. Но до появления такого мозга, который был бы способен стать основой интеллекта, живой материи предстояло в своем развитии пройти еще долгий путь.

Появление интеллекта как высшей познавательной способности живого существа — это не просто еще один важнейший этап в развитии нервной системы, подобный появлению центральной нервной системы, управляемой мозгом. Рождение интеллекта — это начало нового периода единого мирового процесса саморазвития материального мира, в котором материя оказывается в состоянии начать познавать саму себя. Появляется принципиальная возможность изменения всего характера ее развития, которое постепенно может превратиться в направляемый процесс. В условиях Земли эта возможность

возникает вместе с формированием человека при определенном уровне развития науки и техники. И конечно, при надлежащей организации общества.

Появление на Земле интеллекта — это столь естественный и закономерный этап ее развития, этап ее космической истории, как и возникновение на ней жизни. И событие это столь же эпохально, как и появление жизни: постепенно оно изменило самым радикальным образом темпы практически всех процессов, протекающих во внешней оболочке Земли — в биосфере.

Задумываясь над общей схемой процесса самоорганизации материи, который привел к появлению человека, невольно приходишь к мысли, что эта схема должна быть достаточно универсальной, чтобы включать в себя и те процессы самоорганизации, которые описывают физика и химия. Это означает, что, например, на планете Марс, если бы она в силу тех или иных обстоятельств не успела так быстро остыть, если бы на ее поверхности еще в течение хотя бы одного миллиарда лет продолжали существовать океаны, не превратившись в ископаемый лед, также могла бы возникнуть жизнь, очень похожая на земную. Следовательно, и там мог бы успеть начаться процесс, который однажды привел бы к появлению интеллекта.

Примечание. *Если гипотеза универсальности (более точно — не-уникальности) земного процесса справедлива, то непротиворечивым является и предположение о том, что и на Марсе в течение миллиарда лет, когда на нем еще существовали океаны, могла возникнуть жизнь. Вероятнее всего, на уровне простейших прокариотов. Если это так, то ее следы, которые, может быть, сохранились, следует искать не на поверхности планеты, а в толще ее осадочных пород.*

Несмотря на принятую нами гипотезу об универсальности, у нас нет никаких оснований предполагать более глубокую аналогию. Иными словами, если бы на Марсе возникла генетическая память, то набор нуклеиновых кислот, который кодирует информацию, мог бы оказаться, наверное, совершенно иным, а соответствующий алфавит имел бы совершенно другие качества, совершенно другие буквы.

Все сказанное о Марсе — только фантазия. Но, обращаясь к ней, я хочу лишь рельефнее выразить основную мысль этой части книги: жизнь и интеллект представляют собой естественные и, может быть, даже типичные проявления самоорганизации материи (я подчеркиваю — не мозг, а именно интеллект, ибо мозг — это лишь определенная морфологическая особенность

организации определенных типов организмов. Возможно, и в иных, не земных, условиях связанная с мозгом централизация управляющих функций организмов оказывается совершенно не наилучшей).

Появление жизни и интеллекта не только резко расширяет сферу возможных организационных форм материального мира, но и значительно ускоряет все процессы обмена веществом и энергией, то есть сам процесс развития.

Процесс развития материального мира представляется как непрерывное развертывание новых, поначалу только потенциально возможных форм его организации. Постепенно появляются все новые и новые более или менее устойчивые образования. Обмен энергией и веществом обеспечивает их существование вдали от термодинамического равновесия. Уже неживое вещество демонстрирует невероятное разнообразие подобных образований. Появление жизни, а тем более интеллекта, бесконечно расширяет это разнообразие. Чем выше эффективность механизмов, обеспечивающих метаболизм, то есть обмен веществом и энергией, тем интенсивнее идет процесс самоорганизации.

Но вернемся к нашей теме. Мы уже обращали внимание на то, что зачатки интеллекта, безусловно, встречаются и у существ, стоящих на ступенях эволюции ниже человека. И не только у высших животных, но и у птиц. И тем не менее слово «интеллект» мы связываем с человеком. И только с ним. Сказанное требует комментариев.

Дело в том, что современная этология открывает удивительные образцы поведения животных, в которых они обнаруживают способность «предвидеть» результаты своих действий, легко «решать» те или иные «задачи», «догадываться». В этой связи в этологии и зоопсихологии сначала появился термин «ручное мышление», а затем стали говорить и о «разумности» поведения животных.

Однако человеческий интеллект качественно отличается от «разума» животных. Человек способен мыслить абстрактно, образовывать общие понятия, отрываться в мышлении от реальности. Но главное, наверное, в его способности к рефлексии, то есть умении видеть себя со стороны. А следовательно, иметь возможность изучать не только окружающий мир, но и самого себя. Поэтому я буду связывать термин «интеллект» только с человеком. Интеллект принято противопоставлять таким свойствам человека, как чувства, воля, интуиция…

Если понятие «интеллект» мы связываем только с человеком, то понятие «мышление» можно трактовать более широко — как

функцию любого (не только человеческого) мозга отражать окружающую реальность и использовать полученную информацию для выбора образа действий, то есть как способность порождать нерефлексность системы управления организмом.

Мышление человека, обладающего интеллектом, — это высшая форма мышления, то есть отражения и анализа реальной действительности. Это уже не только физиологический, но и социально-исторический феномен.

Интеллект как порождение человеческого мозга возник, конечно, как результат развития нервной системы и тех обратных связей, о которых шла речь в предыдущих главах. Но как происходило их совершенствование? Как в результате развития нервной системы появилось мышление, то есть способность не просто отражать действительность, но и предвидеть результаты собственных действий и анализировать возможные результаты альтернативных вариантов собственного поведения? И самое главное, как возникла способность познавать самого себя — видеть себя со стороны, оценивать свое состояние и всю трагедийность своего места в мире? Как появилась способность абстрагироваться — что, наверное, в первую очередь отличает человека от других живых существ и является одной из основных характеристик интеллекта? Одним словом, как сложились все эти способности и какими были процессы их становления?

На эти и подобные вопросы мы еще долго не сможем получить необходимые ответы. Они носят далеко не только абстрактный характер. Они валены для всех тех, кто занимается теорией искусственного интеллекта. В конце концов все искусственное почти всегда копия естественного. А можно ли все естественное когда-нибудь воплотить в искусственное? Например, рефлексию, столь необходимую для согласованных действий общественного организма?

Но если способность оценивать собственное поведение с позиции другого лица явление чисто общественное, то тогда вряд ли можно обеспечить этой способностью технические системы, именуемые искусственным интеллектом.

Изучение перечисленных проблем потребует согласованных усилий ученых самых разных специальностей, а не только физиологов и психологов. Для анализа вопросов, связанных с историей становления интеллекта, будет необходимо участие лингвистов, философов, физиков, специалистов в области теории управления и информатики. И любая рациональная гипотеза, любое продвижение в изучении этих или смежных проблем, помогающих вскрыть механизмы развития и становления

интеллекта, могут иметь важнейшие следствия прикладного характера, прежде всего для информатики. Вот почему мы попробуем рассмотреть проблему становления интеллекта в том ракурсе, в каком она видится специалисту в области информатики и теории управления.

Сначала будем говорить только об обратных связях типа рефлексов, то есть таких связях, которые обеспечивают простейшие функциональные зависимости между «входом» и «выходом», между стимулом и реакцией организма, причиной и эффектом, который она порождает. Затем посмотрим, что может быть предложено вместо таких связей, как можно усовершенствовать обратные связи рефлексного типа в ситуациях, когда их недостаточно для достижения поставленных целей.

Рассмотрим действия летчика, управляющего самолетом. И предположим, что курс самолета стал отклоняться от заданного. Летчик это замечает и хочет исправить положение. Наиболее простой способ исправления курса состоит в том, чтобы надлежащим образом воспользоваться рулями поворота. Чем больше самолет отклоняется от курса, тем больше отклоняются и рули (чтобы быть точнее, скажу, что надо делать не только это — однако для нашей цели достаточно и столь грубой модели). Такой способ закладывается и в программу работы автопилота. Заметим, что соотношения между углом отклонения от курса и соответствующими углами отклонения рулей поворота (и других управляющих факторов) являются основными характеристиками самолета и рассчитываются согласно строгой математической теории.

Автопилот, конечно, не размышляет о причинах потери курса и дальнейшей судьбе самолета. Выполняя предписанную ему команду, он подобен животному, обладающему необходимым рефлексом, обеспечивает лишь простейшую обратную связь рефлексного типа, которая мало чем отличается от обратной связи, которая управляет действиями кошки, пробующей лапкой температуру воды: если вода чересчур горячая или холодная, то кошка просто отдернет лапку, причем тем быстрее, чем больше температура отличается от привычной.

Впрочем, нет. Одно существенное отличие все-таки есть: характеристики самолетного автопилота определены интеллектом человека, а кошачьего — естественным отбором!

Если самолет подвержен только малым возмущениям, то летчик ведет себя подобно автопилоту. Он не задумывается над своими действиями и управляет совершенно автоматически. Но вот он заметил, что отклонения от курса начинают носить систематический характер, не компенсируются его привычными

«рефлексообразными» действиями и приводят к значительному изменению маршрута, заданного ему. Тогда он вспоминает в отличие от автопилота, что соблюдение точности курса не является его самоцелью, что курс рассчитан так, чтобы самолет в нужное время оказался в нужной точке пространства. И если самолет сошел с заданного курса, то для этого должны быть какие-то причины, отличные от случайных порывов ветра. И летчик постарается их установить. Он проверит, например, работу двигателей, постарается выяснить, как изменился ветер и т. д.

Получив эти сведения, летчик будет уже в состоянии предвидеть, как вести себя в новых условиях. Поэтому он не будет следовать стандартной программе, заложенной в автопилот, а станет оценивать внешнюю обстановку и положение самолета по отношению к конечной точке — цели полета. Далее, проанализировав все это, он заново рассчитает курс, который в новых условиях лучше соответствует цели полета, нежели тот, который был задан ранее.

Заметим, что описанные действия летчика также реализуют обратные связи. В самом деле, летчик вводит изменения в реальный режим полета самолета в зависимости от того отклонения от расчетного режима, которое он обнаружил. Однако теперь его действия уже совсем не похожи на тупое следование рефлексам, они носят совсем иной характер, нежели реакция автопилота, — летчик согласовывает их с конечной целью.

Обратная связь, которую реализовал летчик с помощью своих расчетов, согласно представлениям теории управления уже не будет рефлексной. Живой пилот действовал разумно, его действиями руководил интеллект. Именно интеллект позволил ему приобрести необходимые знания, с помощью которых он сумел предсказать возможное развитие событий в зависимости от тех действий, которые он предпримет, и произвести необходимый выбор.

Путь совершенствования системы управления живого существа шел, видимо, по линии развития структуры обратных связей и их постепенного совершенствования, превращения из обычных рефлексов в связи уже гораздо более сложного нерефлексного типа. Другими словами, совершенствовались не только рецепторы, то есть способы регистрации внешней обстановки, но и, что гораздо важнее, способы анализа и оценки полученной информации. Последнее дает возможность получать представление (прогноз) об изменениях в обстановке, которые могут произойти в зависимости от того, как живое существо будет реагировать на информацию, поступающую из внешнего мира.

На пути к интеллекту происходило не просто увеличение объема поступающей информации и ее разнообразия, но и, главным образом, совершенствование способов ее анализа. От жестко запрограммированного образа действий к гибким программам, возникновение которых определяется осознанной необходимостью организма. Таковым мне представляется путь развития нервной системы как системы управления.

Заметим, что математическая теория распознавания в какой-то мере приоткрыла завесу над тем, как создаются способы отбора рациональных действий из числа допустимых на основе накопленного опыта, то есть гибкие программы. Их создание всегда предполагает существование тех или иных алгоритмов перебора. Не-рефлексность обратных связей, в которых используются такие алгоритмы, определяется, в частности, различием опыта, а следовательно, и субъективных оценок.

Я рассматриваю интеллект, интеллектуальную способность с позиции информатики. Поэтому те определения, которые здесь используются, несколько отличаются от общепринятых, сформировавшихся в контексте психологических и философских исследований сознания.

Под «интеллектом» я подразумеваю способность мышления предвидеть события, предвидеть прежде всего результаты собственных действий, анализировать и оценивать свое состояние и окружающую обстановку и принимать решения, сообразуясь со своими представлениями об окружающем мире.

Это и означает, на мой взгляд, «действовать сознательно». Я уже обратил внимание на то, что зачатки интеллекта существуют и у животных, а то или иное отображение реальности присуще любому живому существу. Но интеллект — это нечто качественно новое. Он позволяет ставить и формулировать цели, отличать плохое от хорошего, способен изобретать, совершать открытия, устанавливать причинные связи между событиями с помощью той или иной логики, выводить следствия из некоторых исходных посылок и т. д.

Но все-таки самое главное в интеллекте — это способность к отвлеченному мышлению, абстрагированию, благодаря которым и возникает самосознание и рефлексия. Человек приобретает не только собственное «я», но и способность видеть и оценивать это «я» со стороны, его отношение к другим «я».

Появление на Земле Человека означает, что Природа начала с его помощью познавать саму себя, возникло сознание. Но сознание, как и мышление, это не эквивалент интеллекта. И последний не является частью сознания. Сознанием я буду называть способность индивида выделять себя из окружающего

мира. Оно не может формироваться без интеллекта или его зачатков, но в формировании сознания участвует и чувственное восприятие действительности.

Понятие интеллекта используется сегодня и в технике. Оно прочно вошло в ряд технических дисциплин. Однако там оно осмысливается совсем иначе. Когда инженеры говорят об искусственном интеллекте, то акцент обычно делается на чисто технических вопросах. Как организовать память (банки данных), как описать предметную область, сделать наглядными входную и выходную информации и т. д.

Но, как видим, живой интеллект — это качественно большее. Он возник в естественноисторическом процессе развития жизни как один из важнейших инструментов упрочения ее гомеостазиса. Может быть, изучая этот генезис, мы однажды поймем, как развивающаяся первичная система приобрела представление о целях и потребностях того организма, частью которого она является. И тогда термин «искусственный интеллект» превратится из лингвистического нонсенса в термин, отвечающий первоначальному смыслу этого слова.

Перечисляя все эти свойства и особенности интеллекта, я все время думаю о том, что каждое из них в той или иной степени уже встречалось у предшественников Человека. И очень непросто отличить «разумное» от «неразумного», провести ту грань, которая отделит одно от другого. Здесь граница размыта не менее, чем между живыми и неживыми формами материального мира.

Человека нечто отделяет от остального мира живых существ. Поэтому переход от приматов к Человеку — это становление качественно новых форм жизни. Этот период, конечно, не мгновенная перестройка организации, встречающаяся в мире неодушевленной природы, как, например, переход течения жидкости из ламинарного в турбулентное. Это некоторый процесс, протяженный во времени.

И все же в том и в другом случае мы имеем дело с типичным явлением бифуркации. Ибо то время, которое потребовалось на превращение австралопитека в Человека, на много порядков времени меньше других характерных времен, с которыми мы сталкиваемся при изучении эволюционных процессов (для того, чтобы из трехпалой лапы у лошади возникло копыто, понадобилось около 30–40 миллионов лет).

Сегодня грань между «разумным» и «неразумным» становится видной лишь тогда, когда мы сопоставляем Человека и весь остальной живой мир. Поэтому мы и утверждаем, что разумное — это только Человек! Этим утверждением мы даем, по сути дела,

своеобразное определение слову «разумное»: настолько, по нашим представлениям, мыслительные способности Человека превосходят мыслительные способности других живых существ (сказанное вовсе не означает, что каждый человек всегда действует «разумно»).

И такая уверенность не есть следствие антропоцентризма. Она оправдывается всем опытом человеческой деятельности, изучением антропогенеза и тем обстоятельством, что на Земле уже давно исчезли все предшественники Человека, все звенья цепи, соединяющей его с приматом, человекообразными обезьянами, которых более удачливые в то время сородичи вытеснили из леса в саванну.

Поэтому сегодня, когда мы столько говорим об искусственном подобии человеческого интеллекта и даже пытаемся создавать его, наверное, уместно напомнить длительную историю естественного интеллекта и посмотреть на эпоху антропогенеза с тех позиций, которые позволяют лучше понять кибернетическую основу «алгоритмов эволюции», приведших к появлению Человека. Это, в частности, дает возможность избавиться от некоторых иллюзий, возникших в качестве издержек научно-технического прогресса. Представим в этой связи некоторые фрагменты земной истории, которая называется четвертичным периодом и эпохой антропогенеза.

Для этого нам тоже, конечно, потребуется определенная доля фантазии.

Небольшой экскурс в историю антропогенеза

Какие особенности процесса развития истории жизни привели к появлению «человека разумного» и общественных форм организации материи?

Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся сначала к теории самоорганизации и объясним ту позицию, которая позволит нам дать нетрадиционную интерпретацию ряда известных фактов.

Развитие как процесс самоорганизации материи выглядит крайне разнообразным и вместе с тем единым. Невероятное многообразие неорганических веществ и образований и их атомического строения; дивергенция биологических форм и в то же время существование гомологических рядов, демонстрирующих наличие общих законов эволюции; огромное количество непохожих друг на друга социальных организмов и их упорядоченность по способам производства — все это хорошо известно, соответственно, физикам, химикам, биологам,

обществоведам. Откуда же такое многообразие и в чем его единство?

Все дело в том, и я это непрерывно стараюсь демонстрировать, что процесс развития материального мира — непрерывная цепь компромиссов между разными противоречивыми тенденциями. Таким образом, смысл борьбы и единства этих противоположностей состоит в создании новых организационных форм, которые достаточно стабильны (то есть им отвечают устойчивые компромиссы), чтобы можно было трактовать их как квазиравновесные структуры, согласованные между собой, а следовательно, и с окружающей обстановкой по целому ряду признаков (характеристик). И каждая новая бифуркация порождает новое множество возможных квазиравновесных структур. Так множественность форм все время побуждает рост множественности форм.

В этом сложном взаимодействии многих противоречивых начал, определяющих процесс развития, оказывается возможным и полезным выделить некоторые самостоятельные линии. Можно, например, изучать аспект стабильности (в частном случае устойчивости) живых форм, способность организмов сохранить свой гомеостазис и по этому параметру ранжировать типы организационных структур живой материи. Это будет одна из возможных классификаций, имеющих определенный интерес. В такой классификации на первом месте будут стоять, вероятно, синезеленые водоросли. Одно из первых мест в ней займут также и термиты, которые продемонстрировали удивительную способность сохранять свой образ жизни.

Примечание. *У синезеленых водорослей могут появиться и конкуренты. Не так давно в стоячих глубоководных источниках были найдены бактерии, живущие при температуре до 200–250 градусов Цельсия и давлении выше двухсот атмосфер.*

Но совсем другая характеристика живого — его способность усваивать внешнюю энергию. На этой шкале распределение живых существ будет выглядеть уже совершенно иначе. Организация прокариотов займет в ней последнее или одно из последних мест. Могут рассматриваться и другие классификации живых систем. Биологу, скажем, важно знать разнообразие особенностей организма, его способность к развитию эволюции, его пластичность, совершенство нервной системы и т. д.

Типов классификации может быть очень много. Это и понятно: любая организационная структура описывается таким количеством параметров, что однозначное упорядочение просто

невозможно. Поэтому употребление в биологии выражения «процесс эволюции» я постараюсь брать в кавычки. Любая форма существования жизни — это всего лишь одна из возможных форм самоорганизации материи, и их очень непросто сравнивать между собой. Здесь, кстати, и следующий пример.

Одним из интереснейших явлений, которые изучает гидродинамика, является турбулентность. Ее порождает потеря устойчивости ламинарной формы течения жидкости. Упорядоченное и хорошо наблюдаемое движение жидких частиц сменяет хаос турбулентного течения. Но и в этом беспорядке мы прослеживаем закономерности. Они связаны с многообразием новых форм организации течения жидкости, разнообразием более или менее долгоживущих вихревых образований и характера их эволюции. Но можем ли мы выделить в этой эволюции более «прогрессивные» или более «высокие формы»? В общем, все формы турбулентного движения жидкости объективно присущи этому явлению, и все они определяются законами физики. Все они равны «перед лицом Природы» и, так сказать, «заготовлены ею впрок». А какая из всего многообразия возможностей реализации течения будет наблюдаться в действительности, сказать не только трудно, но подчас и невозможно из-за принципиальной непредсказуемости результатов действия механизмов бифуркационного типа.

Этот простой пример достаточно удобен для пояснения моей точки зрения: вся картина развивающегося мира представляется мне как некоторый единый процесс турбулентного движения с разными временными и прогрессивными характеристиками его «вихреподобных» образований. Этот процесс развивается в рамках дарвиновской триады. В силу свойств механизмов, определяющих развитие, он в общем случае необратим и, следовательно, неповторим. Отсюда происходят основные трудности его понимания и попыток его теоретической реконструкции.

Примечание. *Предлагаемая интерпретация схемы развертывания мирового эволюционного процесса — это следствие «физикалистской» позиции автора. Представители других специальностей создают другие образы. И они, разумеется, столь же нужны, как и предлагаемый. Так, например, специалисты в области эволюционной теории чаще всего концентрируют свое внимание на непрерывном возрастании сложности организационных структур (цефализации). И они изучают развитие с этих позиций. Такой подход будет использоваться и нами во второй части этой книги. В результате и у эволюционистов появляется специфическая упорядоченность*

организмов. Возникает, например, понятие «высота организации организмов», которое широко используется в работах В. Н. Беклемишева и И. И. Шмальгаузена.

Сказанное относится к любым процессам развития, в том числе и к антропогенезу, и к становлению разума. Поэтому попробуем с этих позиций интерпретировать их начальные стадии и описать возможную схему процессов, в результате которых внутри стада неоантропов возникли новые связи между отдельными особями, между стадом и окружающей средой; представить себе, как они постепенно деформировались по мере того, как наш предок приобретал новые свойства, все более и более отличающие его от животных; как действовали, наконец, алгоритмы эволюции в критические, поворотные моменты истории становления человечества.

Этот процесс самоорганизации не был однозначным и прямолинейным. Он приводил к разным формам неоантропов, и к тем, которые развивались, и к тем, которые практически остановились в своем развитии, а затем безжалостно уничтожались все более и более жестким естественным отбором.

Стремление сохранить гомеостазис, стремление к сиюминутному успеху, позволяющему наилучшим образом адаптироваться к тем или иным конкретным условиям, приводило зачастую к узкой специализации, например, к гигантизму. Но такая специализация происходила, как и при всяком компромиссе, в ущерб развитию других качеств, в частности, разума, что было особенно важно. Поэтому даже незначительные изменения в условиях обитания быстро приводили подобные формы к гибели.

Наибольшие перспективы в своем будущем развитии получали не всегда те, кто сегодня показался бы нам наиболее сильным и благополучным. Заметим сначала, что те приматы, к которым принадлежали наши предки, то есть австралопитеки (их, по-видимому, было несколько разновидностей), относились отнюдь не к самым сильным и наилучшим образом приспособленным к жизни в тропическом лесу. В противном случае они не ушли бы из леса жить в саванну. Предки современных высших обезьян — горилл, шимпанзе, были, вероятно, значительно лучше приспособлены к лесной жизни, где они и господствовали. Но именно это обстоятельство и сослужило нашим предкам добрую службу, сделавшись впоследствии источником их дальнейшей «прогрессивной» эволюции. Внешним толчком для нее оказалось изменение условий обитания.

В начале четвертичного периода (где-то около трех

миллионов лет тому назад) началось общее похолодание климата. Площадь тропических лесов стала сокращаться. Их место заняла засушливая саванна. Ареал обитания человекообразных обезьян из-за этого резко сузился. И в лесах сохранились лишь наиболее приспособленные.

Более слабые, менее приспособленные должны были либо погибнуть, либо найти новую область обитания, новую, еще не занятую экологическую нишу и суметь приспособиться к совершенно новым для себя условиям жизни. А условия в саванне оказались не просто гораздо более сложными. Они качественно отличались от прежних, относительно благополучных, в которых наши предки обитали уже миллионы лет. Привычная, можно сказать, равновесная форма существования оказалась нарушенной. И возник стремительный переходный процесс, который должен был привести либо к вымиранию вида, либо к появлению совершенно новых организационных структур. Произошло последнее.

В шестидесятые годы в Олдовайском ущелье в Африке антропологи сделали удивительные открытия, позволившие с большой точностью восстановить облик того эволюционного дерева, одна из ветвей которого привела к появлению человека. После этих открытий стала более или менее понятна основная черта того переходного процесса, который соединяет человека и обезьяноподобного предка.

В саванне нет спасительных деревьев, дающих пищу и кров, а самое главное — защищающих обезьян от их многочисленных врагов. Наш хилый предок, выжитый из леса своими более удачливыми собратьями, вынужден был, чтобы не погибнуть, овладеть совершенно новыми для него приемами жизни в новых условиях.

Он должен был приучиться к новой пище. Ему пришлось отказаться от вегетарианства. Но именно это сделало его более сильным, энергичным и подвижным. Поскольку у австралопитека не было деревьев, на которые он мог бы забраться, чтобы видеть все то, что происходит вокруг, ему пришлось вытянуться во весь рост и стать на задние лапы. Благодаря этому у него освободились передние конечности, которые постепенно превратились в руки, способные использовать палку или подвернувшийся камень в качестве орудия для добычи пищи или защиты от многочисленных врагов и себе подобных.

Таким образом, трудности нового образа жизни позволили реализовать те потенциальные возможности эволюции, которыми владели в ту пору животные, называемые ныне австралопитеками.

В этих новых условиях особое значение приобрели зачатки интеллекта, которые уже имелись у приматов. Ничтожное превосходство «интеллекта» начало давать, наверное, огромный эффект. Я думаю, что период Олдовайского ущелья (так называемый «Олдовай») характеризовался очень жестким отбором, прежде всего внутривидовым, в котором основную роль стала играть «интеллектуальная стратификация».

Косвенным подтверждением этого факта служит та потрясающая скорость эволюции, которая характеризовала начальные стадии антропогенеза. Она носила поистине взрывной характер. Наш предок поразительно быстро овладел возможностями использования тех примитивных предметов, которые оказались в его распоряжении. И он не только пользуется подручными средствами. Он очень скоро сам начинает создавать новые вещи, ранее неизвестные природе. Это были орудия труда, созданные из камня, дерева, кости. Наконец, он подчиняет себе огонь.

Одновременно, конечно, очень быстро прогрессирует и его мозг, совершенствуется нервная система. Прошло ничтожное по эволюционным масштабам время — всего несколько сотен тысяч лет, и потомки тех хилых созданий, которых выселили из леса их более приспособленные конкуренты, превратились в сильных, темпераментных и умных хищников. Это уже не приматы, довольствующиеся листьями деревьев и их плодами, а разумные существа, способные сплотиться в организованные орды. Именно орды — я уже не рискую использовать слово «стадо». Они уже способны справляться с могучим зверьем предледниковых эпох. Это уже почти люди, и им незачем возвращаться обратно в лес.

Но чтобы оценить, чего стоила эта эволюционная метаморфоза (или переходный процесс, если пользоваться языком теории управления), надо представить, сколь жесток был отбор, который за немыслимо короткий по эволюционным меркам срок, создал совершенно новое существо — существо, которому предстояло качественно изменить всю историю нашей планеты.

Примечание. *Овладение огнем, который вселяет ужас всем животным, требовало весьма развитого разума. Хотя этот факт и принадлежит эпохе антропогенеза, но одновременно он и веха в истории Человека. Огонь не только согрел и помог ему пережить холод ледниковых эпох, не только защитил его от многочисленных хищников, но и дал ему возможность питаться вареной пищей, освободив тем самым значительные ресурсы своего организма.*

Хотя генетическая информация у человека и обезьяны

кажется почти совпадающей, эти виды живых существ совершенно несопоставимы, и главное, что их разделяет, — это структура мозга. Особенно поражает степень резервирования в его структуре: у человека постоянно задействовано лишь несколько десятых долей процента клеток мозга, то есть степень резервирования равна многим сотням. У человекообразных обезьян она равна 5–7 процентам. Это значит, что у них постоянно задействовано 14–20 процентов мозговых клеток. В этом отношении обезьяны мало чем отличаются от других «достаточно умных» животных — дельфинов, собак. Таким образом, здесь возникает «парадокс резервирования», свойственный только человеку.

Примечание. *Нервная система, включая мозг, представляет собой некоторую управляющую систему, и, следовательно, для оценки ее эффективности и помехоустойчивости могут быть использованы те же подходы и те же стандарты, которые используются для оценки любых управляющих систем. Для таких систем, действующих в условиях стохастических внешних воздействий, степень резервирования является одной из важнейших характеристик надежности и потенциальных возможностей. До сих пор остается загадкой — почему «эволюции потребовалась» такая сверхнадежность нервной системы, которая отсутствует у всех других живых существ.*

Между прочим, «парадокс резервирования» послужил причиной того, что некоторые весьма известные физиологи высказывали предположение о возможности внеземного происхождения носителей разума. Я думаю, что подобные гипотезы — плод недоразумений. Тождественность генетического кода человека и кодов простейших многоклеточных существ — нагляднейшее, на мой взгляд, тому доказательство. Совершенно невероятно предположение о том, что в других мирах, при других условиях мог бы возникнуть генетический код, характерный для земных существ. Разгадку «парадокса резервирования» следует искать в особенностях земной эволюции, особенностях отбора в эпоху антропогенеза.

И еще раз: эта качественная перестройка мозга произошла по масштабам эволюции в «одно мгновение». Гораздо быстрее, чем лошадь сменила трехпалую лапу на копыто.

Но перестройка информационной основы мозга — это лишь один из фактов, характеризующих эволюционный скачок. Не менее важно и появление лобных долей, качественно изменивших мироощущение индивида. К этому следует добавить и

существеннейшие морфологические отличия человека от приматов, возникшие как бы «по мановению руки».

Конечно, эта удивительная скорость развития требует какого-то объяснения, вскрывающего особенности отбора. Для этого было бы очень важно построить и изучить математическую модель процесса антропогенеза и на ее основе оценить количественно его возможные темпы. Но для этой цели малопригодны стандартные генетические модели вероятностного типа, поскольку они не учитывают особенностей окружающей среды и жесткости отбора. А именно в этой жесткости, как я полагаю, и кроется суть дела. Потенциальная изменчивость, потенциальные возможности организмов неоантропов в условиях чрезвычайно суровой борьбы за выживание и позволили процессу самоорганизации совершить этот удивительный скачок от австралопитека к Homo sapiens.

Итак, начальная стадия антропогенеза чрезвычайно показательна с точки зрения кибернетики и синергетики. Возникновение новой стабильной структуры — человека разумного — началось в условиях, заведомо неблагоприятных для наших предков. Казалось, что их судьба предрешена. Австралопитеки должны были бы погибнуть, вытесненные из привычной среды обитания, — в этом случае их судьба разыгрывалась бы по обычным правилам эволюции. В действительности же именно эта неблагоприятная коллизия, резко обострившая все противоречия их жизни, послужила для наших предков стимулом последующего «прогрессивного» развития, подняла их на качественно новый уровень и заставила их однажды превратиться в людей.

Появление еще одной формы памяти

Итак, я постарался обратить внимание читателя на то, что начальный период развития неоантропов, в течение которого формировался мозг будущего человека, был удивительно кратким в сопоставлении с характерными временами других эволюционных процессов (вспомним, например, что за тот же период человекообразные обезьяны практически не изменились), и даже попытался высказать определенные соображения об источниках этого феномена.

Но постепенно, начиная с некоторого момента, скорость эволюционного процесса, который сначала приводил к быстрому морфологическому изменению прачеловека, начала спадать. А тысяч 30–40 лет тому назад развитие человека, как биологического вида, практически остановилось. Человек из

Кроманьона (грот во Франции, где были впервые найдены его останки) — общий предок всех людей, живущих ныне на Земле, по существу, ничем не отличался от нас. В действительности он был, вероятно, даже несколько «лучше», а может быть, и «умнее» нас. В те времена еще не научились сохранять жизнь людям, которые отягощены наследственными заболеваниями. И можно думать, что среди кроманьонцев было меньше лиц с тяжелым генетическим грузом.

Происшедшее на заключительной стадии антропогенеза замедление скорости эволюционного развития человека означает только одно: в силу каких-то причин активность внутривидового отбора — основного двигателя процесса биологической эволюции — начала постепенно затухать. И морфологическое совершенствование человека практически прекратилось в последнюю межледниковую эпоху. А последний ледниковый период пережили уже вполне современные люди.

Итак, окончание периода антропогенеза связано с новым качественным изменением всего процесса развития — морфологическое совершенствование Человека закончилось: эволюция, в том числе и развитие мозга, прекратилась. Механизм генетического развития Человека на основе внутривидового отбора практически перестал функционировать. Для отказа от использования этого механизма, механизма, которому Человек был обязан своим утверждением на вершине биологической пирамиды всей своей жизнью, должны были быть могучие причины. Попытаюсь объяснить их с позиции информатики.

Я думаю, что причина столь резкого изменения характера развития Человека как биологического вида и в самом деле носила чисто кибернетический или, лучше сказать, информационный характер: на определенном этапе эволюционной истории сообществ неоантропов для их дальнейшего совершенствования потребовалась (и возникла) новая форма памяти. Человек начал создавать искусственные орудия, появился труд. Как известно, Ф. Энгельс подробно проанализировал влияние этого фактора на становление человеческого общества. Рассмотрим его теперь с позиции информатики.

Наиболее ярким выражением трудовой деятельности на начальном этапе ее истории было создание технологии обработки камня. Кстати сказать, это была очень сложная технология, частично забытая в нынешнее время. Затем Человек научился обрабатывать шкуры и кость, зажигать и поддерживать огонь, то есть защищаться от холода и варить пищу, что стало также немаловажным фактором ее развития. Все это требовало навыков

и знаний, количество которых росло как снежный ком.

Постепенно интеллект нашего далекого предка так развился, что сделался основным средством познания окружающего мира. Человек не только осознал, что плодоносное лето и осень однажды сменяются голодными зимой и весной. А это означает, что надо готовить запасы продовольствия. Он изучал окружающую местность, поведение животных, способы охоты на них. Изучал, как надо врачевать раны, делать настои на травах, познавать собственные возможности и т. д. Все подобные знания накапливались поколениями, и их надо было уметь передавать другим поколениям, ибо от этого зависела не только судьба племени (или орды), но и всей популяции.

Мы не располагаем никакими сведениями о том, какова была организация в сообществах австралопитеков. Но, представляя себе их достаточно слабыми животными, вынужденными к тому же обеспечивать свое пропитание охотой и собирательством, вряд ли можно думать, что они жили небольшими семьями. Вероятнее всего, что организационной единицей было стадо.

Сначала в этих стадах действовал обычный для животных стадный закон: лучшие куски доставались самым сильным, самок и детенышей защищало все стадо, а старых и немощных представителей отдавали в качестве естественной дани на съедение волкам, гиенам и всем тем, кто охотился на двуногих наземных полуобезьян.

Но со временем организация стадной жизни неоантропов, по-видимому, начала меняться благодаря тому, что главными гарантами существования стада постепенно становятся другие. Его процветание теперь уже начинает зависеть не только от мощных челюстей, могучих бицепсов и быстрых ног, хотя это все еще долго будет необходимым. Появляются искусственные орудия: топоры, копья, луки, стрелы… Появились знания, например, о том, как загнать мамонта в ловушку, чтобы обеспечить свое племя — это бывшее стадо — запасом пищи.

Таким образом, основой жизни пралюдей во все большей мере становятся знания и труд. Именно они обеспечивали расширение экологической ниши и значительно раздвинули границы гомеостазиса Накопление и сохранение трудовых навыков и знаний стали жизненной необходимостью популяции.

И все это должно было не только накапливаться и сохраняться, но и передаваться от поколения-к поколению, для чего генетическая память совершенно непригодна. Недостаточно было для этого и стадной памяти, о которой я уже говорил в предыдущей главе и которая реализуется в процессе обучения по принципу «делай, как я!». С помощью столь примитивного

способа обучения могли передаваться, то есть закрепляться в памяти популяции, разве что самые простые навыки. Например, когда обезьяна использует палку для сбивания бананов, она, так сказать, «обезьянничает», учится сбивать бананы, подражая своим товаркам. Сложные же знания, например, о свойствах кремния, о том, где его надо разыскивать и как его надо обрабатывать, таким способом уже не передать. Чтобы научиться делать кремневые топоры или организовывать охоту с помощью этих «технических средств», нужно было бы затратить годы.

В стадах, или, лучше сказать, первобытных племенах, появились умельцы, которые в силу личной талантливости научились делать хорошие кремневые отщепы, зажигать и поддерживать костер, находить целебные травы. Были и другие знания, а также их хранители.

Например, наш предок однажды заметил, что от браков между близкими родственниками довольно часто родятся уроды. Подобные знания повлекли за собой формирование запретов (табу) и определенных норм поведения. (Хочешь иметь жену — раздобудь ее в чужой, а не в своей пещере!) Появились и другие запреты, часто облеченные в религиозную или мистическую форму, — человеческое сознание доросло до этого и очень давно.

Но самым важным запретом стал принцип «не убий!». О нем надо поговорить особо, ибо он занимает совершенно исключительное место в становлении человеческого общества. Собственно говоря, возникновение именно этого запрета и поставило предел морфологическому совершенствованию организма человека. Но обо всем по порядку.

Наши предки почувствовали однажды, какое значение для жизни рода имеют опыт, знание, мастерство. Я думаю, что этим моментом — если здесь уместно говорить о моменте — и следует датировать возникновение родоплеменной организации, коренным образом отличающейся от организации стада неоантропов.

Животное, которое по возрасту или здоровью не способно производить себе подобных, добывать пищу в количествах, больших, чем это необходимо для собственного пропитания, или не способно защищать свое племя от врагов, сразу уже больше не нужно. Более того, жизнь такого животного только задерживает развитие стада, популяции. И потому оно погибает, и, как правило, насильственной смертью. Средняя продолжительность жизни животного в стаде значительно короче биологически возможного предела продолжительности его существования или, например, жизни в заповеднике или зоопарке. Одним словом, как уже говорилось, стадо не защищает слабого, если это не самка

или детеныш, которым еще предстоит создать себе подобных.

В человеческом обществе все обстоит сложнее. Общество защищает слабых, немощных старцев и не только помогает им и жалеет их, но зачастую и оказывает им различные знаки внимания, уважения, симпатии. Откуда же берется этот альтруизм? Как он возник? Почему в любом обществе закон карает в равной степени насилие и над старцем, и над младенцем, и над полным сил членом общества?

Я думаю, что прививаемые всем нам с детства понятия добра и зла (так называемые «вечные истины»), которые и отличают общество от стада, такого же материального происхождения и так же связаны с обеспечением гомеостазиса, как и все другие свойства, приобретенные человеком в период антропогенеза. Другими словами, я думаю, что возникновение морали и отказ от механизмов, порождающих эволюцию генотипа, то есть индивидуальную эволюцию организма, имеют одну и ту же причину. В самом деле, именно этот альтруизм, эта защита слабых, эта дополнительная и весьма обременительная нагрузка, которую по необходимости взяло на себя рождающееся общество, и прекратили действие естественного отбора, а следовательно, и индивидуальное развитие человека.

Мораль, регламентирующая многие нормы поведения людей, возникла из совокупности запретов, появившихся на одной из ранних этапов истории становления человека. Она является одной из наиболее консервативных составляющих общественной жизни человека, но и она, конечно, эволюционирует, отслеживая те или иные общественные потребности. Так, запрет на убийство касался сначала лишь жителей своей пещеры, своего рода, своего племени. Потом он стал применяться более широко, хотя сам факт убийства человека еще долго не считается преступлением: убийство илота в Спарте или чужака в средневековой деревне были обычными ненаказуемыми проступками. Да и сейчас убийство «неверного» у мусульман крайних толков далеко не всегда почитается за грех.

Принцип «не убий!», как и многие другие принципы человеческой морали, связаны прежде всего с трудовой деятельностью, с необходимостью закреплять трудовые навыки, с созданием специальной формы памяти, способной обеспечить любой тип наследственности, который позволил бы не только хранить и накапливать эти навыки и приобретенные знания, но и развивать их.

Эта необходимость привела со временем к возникновению еще одного нового феномена, еще одной системы {института) памяти, которую я буду называть системой «Учитель». Я думаю,

что первым шагом к ее созданию было утверждение запрета «не убий!». Такая гипотеза имеет под собой определенные основания. В самом деле, указанный запрет способствует выживанию тех умельцев, которые были способны не только хранить нужные знания и навыки, но и рождать новое мастерство, приобретать новые знания и, что самое главное, передавать их другим поколениям. Принцип «не убий!» разрешал противоречия между самым сильным и умным в пользу последнего.

Примечание. *Когда я пишу слово «Учитель» с большой буквы, то имею в виду не человека, обучающего других, а всю ту систему передачи информации последующим поколениям, которую образуют общественные институты. Учитель, как отдельный человек, профессией которого является быть наставником молодого поколения, — это важнейшая составная часть системы «Учитель», и она, эта часть, опирается на традиции, правовые институты и многое другое, что обеспечивает воспитание будущего члена общества.*

Реализация акта защиты всех членов рода или племени противоречила отношениям, традиционно существовавшим в первобытном стаде. В самом деле, те мудрецы и умельцы, которые во все большей степени обеспечивали благосостояние племени, далеко не всегда были самыми сильными, самыми смелыми и самыми удачливыми в мужских поединках, которым обычный внутривидовой отбор давал особое преимущество. Жизненной необходимостью стада пралюдей (лучше сказать первобытной орды) было защищать не только самок и потомство, но и тех, кто оказывается носителями знаний и мастерства или мог бы им стать. Я думаю, что именно на этой основе постепенно и возник важнейший из всех запретов — «не убий!». В силу его исключительной важности для любой человеческой общности он оказался в основе любой морали и существует в том или ином виде у всех народов, во всех религиях.

Конечно, не только он один составлял основу возникающих моральных норм у человеческих рас и популяций. Огромную роль в их формировании играли и другие принципы, многие из них определялись специфическими особенностями религиозной (и вообще духовной) жизни людей. Но среди этих принципов можно выделить и универсальные, связанные с трудовой деятельностью. Например, важнейшую роль играл кооперативный принцип «помоги ближнему своему» и многие другие, которые мы находим практически во всех мировых религиях, так или иначе впитавших в себя опыт общественной жизни.

Другими словами, объективные ценности, понятия добра и зла — всем нам известные «вечные истины» являются, как правило, порождениями единого процесса самоорганизации, характеризуя те формы общественной жизни популяций Homo sapiens, которые помогли ей выжить и превратиться в вершителя судеб если и не всей Земли, то биосферы, во всяком случае.

Формирование морали, представлений об окружающем мире, в том числе о добре и зле, становление духовного мира — процесс очень сложный и противоречивый. Его сложность определяется неоднозначностью отражения окружающего мира в сознании людей и той неопределенностью в выборе целей активных действий людей, о чем мы еще не раз будем говорить. Химеры, суеверия и другие ложные конструкции были неотъемлемыми особенностями этого процесса. Однако с ними были связаны и те ростки знаний, которые постепенно составили основу науки и научного мышления.

Но вернемся еще раз к принципу «не убий!». Мы видим, что он сыграл особую роль в становлении интеллекта, обеспечив создание совершенно новой формы памяти. Интеллект «сам по себе» мало что стоит. Он может проявиться, раскрыть свои возможности, думать и делать выводы только в контексте новой, специфически человеческой формы памяти. Только в этой связи интеллект оказался в состоянии обеспечить тот уровень развития трудовой деятельности, благодаря которой произошла коренная перестройка в течение мирового процесса саморазвития (самоорганизации), приведшая в конце концов к появлению человеческого общества.

Может быть, такое утверждение покажется читателю чересчур категоричным и он сочтет его следствием профессиональной ориентации специалиста в области информатики и прикладной математики. Но давайте посмотрим более внимательно на то, что оно означает.

Итак, запрет не «убий!», возникший на заре трудовой деятельности Человека, обеспечил возможность сохранения жизни носителям знаний и умений в тех условиях, когда, оставаясь в стаде неоантропов, они наверняка бы погибли. В самом деле, как бы ни был стар, хил, немощен первобытный человек, умеющий делать хороший боевой топор, составляющий план охоты или, что еще важнее, план боевых действий против соседнего рода или племени за те или иные угодья, племя уже не бросало его, не отдавало его на растерзание дикому зверю. При переходе на новое место обитания оно брало его с собой, даже если он был не в состоянии без посторонней помощи проделать этот переход.

Такой человек был жизненно нужным племени, ведь он был не просто мастером своего дела, он был хранителем знаний и учителем.

Итак, институт «Учитель» возник также благодаря запрету «не убий!». Учитель подбирал себе помощников и учеников, воспитывал и обучал их, передавал им свои знания и мастерство. Постепенно формировалось мастерство, очень сложная и дифференцированная система, которая обеспечивала преемственность знаний, культуры, традиций. Постепенно она превратилась в важнейшую форму памяти — информационную основу существования современного общества.

Возникновение системы «Учитель» повлекло за собой разнообразные последствия. Прежде всего она оказала влияние на развитие языка. Ведь без развитого Языка такая система просто не может существовать; чтобы хранить и передавать информацию, нужно уметь ее кодировать. В системе генетической памяти для этого существует свой язык, основанный на использовании четырех нуклеотидов. У животных в системе памяти, использующих принцип «делай, как я!», также есть зачатки языка — это язык движений. У многих животных существует система кодирующих сигналов — опасность, боль, голод… Но объем информации, который надо хранить для обеспечения трудовой деятельности, столь велик, что отдельных гортанных звуков, которые служат приматам для предупреждения об опасности или выражения эмоций, для ее кодирования заведомо недостаточно. Поэтому постепенно и возник человеческий язык во всем его совершенстве и великолепии.

Процесс становления языка относится, по-видимому, к самым ранним стадиям антропогенеза, когда еще быстро эволюционировал организм наших предков. Поэтому развитие языка сопровождалось и морфологическим изменением гортани неоантропов, причем, как я думаю, не язык наших предков был следствием морфологических изменений гортани, а наоборот — потребность в обучении, необходимость в развитии языка изменили гортань, дав ей возможность произносить членораздельные звуки.

Пройдут еще десятки, а может быть, и согни тысяч лет, и однажды Человек изобретет письменность. На заре человеческой истории появятся и первые библиотеки — хранители нужной информации и накопители мудрости. Пройдут еще тысячелетия, и появится магнитная память и возможность записать фантастический объем информации в маленьком кристалле и т. д. Но все это лишь следствия того решающего шага, который был сделан, вероятнее всего, на заре палеолита — в эпоху

раннего ашеля. И я думаю, что именно с этого момента мы впервые вправе назвать нашего далекого предка Человеком. Хотя пройдет еще не одна сотня тысяч лет, прежде чем он примет современный человеческий облик.

Примечание. *Процесс биологической эволюции Человека тянулся, наверное, сотни тысяч лет. И закончился он, можно сказать, почти на наших глазах — тысяч 30–40 лет тому назад. При этом, как я уже говорил, наш непосредственный предок — кроманьонец — был не только здоровее, но в среднем и умнее нас. В самом деле, за ту тысячу поколений, которые сменились со времени появления первых кроманьонцев, мы стали в гораздо большей степени отягощены различными наследственными заболеваниями. Неблагоприятный груз наших предков был, конечно, значительно меньшим. Шизофрения, слабоумие и другие наследственные дефекты — вот та цена, которую современное человечество платит за прекращение внутривидового отбора и развитие цивилизации. Анализируя эти обстоятельства, мы снова попадаем в сферу диалектики: труд и мораль превращают стадо неоантропов в общество людей, которым человечество обязано своим возникновением и расцветом, имеют и обратную отрицательную сторону, с чем общество уже сталкивается. Я думаю, что в начале следующего тысячелетия генетические проблемы человека поднимутся во весь рост. Хочется верить, что к этому времени люди будут обладать и нужной мудростью, и нужными возможностями, чтобы справиться с ними.*

Заключительная фаза антропогенеза

Появление запретов и прежде всего принципа «не убий!», зачатков морали имело глубочайшие последствия. Начала изменяться сама организация стада неоантропов. Оно стало превращаться в первобытный род, племя, начали возникать новые общественные отношения. Постепенно изменился весь характер процесса развития — бурный переходный период начал сменяться относительно стабильным режимом, если пользоваться языком теории управления. Чем же характеризовался этот период заключительной стадии антропогенеза?

Если род (или пока еще стадо) начинает брать под свою коллективную защиту всех своих членов, то это меняет весь характер внутривидовой борьбы. Может быть, «рыцарские бои» за самку сохраняются еще достаточно долгое время, но в них постепенно угасает первобытная ярость, и они уже не выводят подавляющее количество самцов из сферы брачных отношений. В

этих условиях внутривидовая борьба неизбежно начинает затухать, а поэтому постепенно сходит на нет и один из основных факторов биологической эволюции — естественный отбор. Принцип «не убий!» таким образом неизбежно приводит к прекращению индивидуального развития организмов. Точнее сказать, замедляет на много порядков скорость процесса изменения организмов.

Тем не менее развитие человека и человечества продолжается. Однако теперь оно происходит не столько в индивидуальной, сколько в общественной сфере, в сфере развития общественных структур. Появляются все новые и новые формы общественной организации неоантропов. И теперь они уже начинают подвергаться отбору. Естественный отбор из сферы индивидуальной переходит в сферу общественную.

Занимая одну и ту же экологическую нишу, наши предки, конечно, конкурируют между собой. Роды и племена, организация и трудовые навыки которых более приспособлены к данным конкретным условиям жизни, вытесняют менее приспособленных. И последнее постепенно сходят со сцены или принимают организационные и трудовые навыки своих победителей.

Таким образом, все компоненты дарвиновской триады — изменчивость, наследственность и отбор — продолжают действовать и определять новый тип эволюционного развития. Более того, в новых условиях общие темпы развития непрерывно ускоряются. Но все это происходит уже в другом ключе. Отбор переносится на новый уровень — уровень организации общественной жизни.

Примечание. *В основе моего изложения следующая схема: биологическая эволюция — бифуркация — общественное развитие. Подобная схема, конечно, очень груба. Прежде всего сам процесс перестройки (бифуркации) был достаточно длительным и неоднозначным. Да и закончился ли он? Может быть, мы уже втянулись в новую бифуркацию? Может быть, процессы развития Человека гораздо сложнее и существуют связи между биологическим развитием и общественным?*

Мы их не знаем, и, может быть, их нельзя игнорировать. На это уже указывают некоторые факты. Пример тому — акселерация, которая происходит в развитых странах. В будущем эти связи могут возрасти еще больше. Одним словом, здесь еще много нерешенных проблем, которые стоят не только перед антропологами, но и социологами и физиологами. И предлагаемая схема рассуждений может служить известным ориентиром для подобных изысканий.

Вполне возможно, что в течение четвертичного периода существовало несколько видов австралопитековых, которые не выдержали борьбы с более приспособленными представителями человекообразных и были вынуждены покинуть привычные места обитания — тропический лес. Сходные условия, одинаковые исходные посылки определили, вероятно, и сходные пути развития. Искусственные орудия, труд, быстрое развитие интеллекта — все это привело, я думаю, и к сходным формам стадного образа жизни.

Одним словом, можно думать, что параллельно шло развитие нескольких близких форм гоменид. Наука, правда, не дает для этого утверждения необходимых и достаточно надежных подтверждений. Но, несмотря на то, что оно носит чисто гипотетический характер, вероятность его справедливости мне представляется достаточно высокой. Во всяком случае, такое утверждение не только не противоречит логике процессов развития, но и подсказывается ею. Заметим, что подобные предположения многократно высказывались и видными антропологами.

Вместе с тем гораздо менее вероятным, практически неправдоподобным кажется противоположная позиция — о полной тождественности истории развития всех «изгнанных из леса» австралопитеков. Появление «избранных» кроманьонцев лишь одна из веточек того могучего дерева, которое почти полностью ушло в небытие.

Предположим на время, что около трех миллионов лет назад только один вид человекообразных был вынужден переселиться из леса в саванну. Даже в этом случае, в свете закона о дивергенции видов, в силу относительной замкнутости областей обитания (экологических ниш), трудностей перемещения и общения и т. д. у различных групп австралопитеков должны были бы возникнуть необратимые расхождения признаков. В этих условиях новый вид или совокупность видов не могли не появиться. Кроме того, особенности жизни порождали, конечно, существенные различия и в поведении стад этих человекообразных, в их навыках и традициях. В организации замкнутых сообществ гоменид просто не могли не наметиться серьезные расхождения. Даже если популяции пралюдей практически не отличались друг от друга в биологическом отношении, как сегодня, например, не отличаются друг от друга люди, живущие в разных частях света, в организации общественной жизни, вероятно, быстро утвердилось значительное разнообразие. А в сфере производственной деятельности, в

трудовых навыках и опыте не могла не возникнуть глубокая стратификация.

Как бы там ни развивались события в действительности, на определенной стадии антропогенеза, когда основные экологические ниши уже оказались занятыми, внутри вида (или видов) антропоидов не могла не разгораться жесткая борьба за существование. Но борьба эта шла не между отдельными индивидуумами, как это было в прошлом, а между отдельными стадами, родами, племенами. И в этой борьбе решающую роль играла общественная организация. Именно она определяла технологию производства, в том числе и боевого инвентаря, дисциплину членов коллектива, умение хорошо ставить и выбирать общие цели, подчинять их достижению дикий первобытный темперамент и т. п. Все эти обстоятельства и стали, по-видимому, решающими в отборе кандидатов на звание предков Homo sapiens.

Таким образом, не интеллект сам по себе, а вся организация общественной жизни, способная проявить его возможности, оказалась сферой действия отбора. Выжили и сделались родоначальниками Человека, может быть, и не самые умные и талантливые. Очень жесткий отбор по качествам организации сохранил такую популяцию гоминидов, которая в наибольшей степени отвечала условиям биосферы, складывавшимся на планете в преддверии голоцена. Это был естественный процесс образования устойчивых структур — типичное проявление синергетизма.

Я думаю, что интеллект (Разум) сам по себе вряд ли оказал сколько-нибудь значительное воздействие на формирование общественных структур. Во всяком случае, оно им не контролировалось, и процесс носил стихийный характер. На начальном этапе развития человека возникновение тех или иных организационных форм, тех или иных запретов, как и сама внутривидовая борьба, было типичным явлением самоорганизации. Кроме того, процесс эволюции носил отнюдь не прямолинейный характер. Роды и племена, отставшие в силу каких-то причин в своем развитии и вытесненные из своих угодий более сильным конкурентом, могли оказаться в более трудных, но тем не менее более благоприятных условиях, стимулировавших дальнейшее развитие. Надо было лишь суметь к ним приспособиться, создать соответствующую технологию и т. п.

Если такое удавалось, то подобные роды (племена) начинали быстро прогрессировать и через десяток поколений «начисто» обгоняли своих в прошлом более сильных соперников. Другими словами, закон неравномерности стихийного развития общества

действовал еще в глухие доисторические времена.

К сказанному надо добавить, что долгое время, в течение сотен тысяч лет, существовало, вероятнее всего, несколько различных типов неоантропов, конкурирующих друг с другом и в чисто биологическом плане. Иными словами, борьба за выживание у антропоидов носила сложный, комплексный характер: наряду с борьбой между различными организационными структурами первобытных сообществ, борьбой, которая, вероятно, определяла основные особенности отбора и скорость эволюции во время палеолита, имела место также и определенная биологическая разобщенность конкурирующих видов, занимавших, по-видимому, одну и ту же экологическую нишу. Это обстоятельство — совсем не маловажный фактор в становлении современного человека.

Я уже обращал внимание на то, что весь процесс самоорганизации живого мира можно излагать в контексте развития памяти. Такой подход позволяет обнаружить некоторые интересные особенности мирового эволюционного процесса. Попробуем их проследить.

На заре жизни сформировался первый способ хранения информации — генетическая память. При этом из множества ее возможных носителей — языков, которые с помощью определенного алфавита кодируют наследственную информацию, сохранился тот единственный язык, чей алфавит ныне только и используется земной жизнью: все живое на планете обладает одной и той же формой наследственной памяти.

Этот факт кажется удивительным, но он свидетельствует об особенностях отбора начального этапа развития жизни. Особенности эти были таковы, что из некоторого числа близких организационных форм генетической памяти в конечном счете сохранилась только одна. Произошло, видимо, нечто похожее на то, когда одну и ту же экологическую нишу занимают два близких вида. В подобной ситуации один из них либо погибает, либо меняет свою область обитания.

Примечание. *Утверждение о единственности генетического кода сегодня уже не кажется столь бесспорным, как это было несколько лет тому назад. По-видимому, дело обстоит сложнее, чем я его здесь представляю. Код ядерной ДНК отличается от структуры белков ДНК митохондрий, которые в известных условиях также способны к размножению.*

Значительно позднее появилась новая форма памяти — обучение. Ее появление знаменует начало еще одного важнейшего

этапа развития процесса самоорганизации живой материи. Обучение по принципу «делай, как я!» определило возможность возникновения кооперативных сообществ у высших животных. Использование термина «кооперативное сообщество» здесь вполне уместно, ибо обозначенный им принцип обучения был, по существу, алгоритмом отыскания возможного компромисса между интересами (целями) отдельного существа и той организации — стада, популяции, — элементом которой он является.

Новую революцию, новый качественный скачок жизнь делает тогда, когда овладевает возможностью создать «искусственное», то есть новые формы неживой материи, которые без предшественников человека созданы быть не могли. Для этого требовалось развить еще одну форму памяти, без которой нельзя сохранить и накапливать постепенно приобретаемый опыт в создании средств и способов труда и совершенствовании того, что мы назвали «искусственным».

И надо заметить, что эта новая память, новая ее организация (запреты и система «Учитель»), позволяющая наилучшим образом наследовать опыт людей, наилучшим образом сочетать возможности человеческого интеллекта со способами передачи его достижений, также сохранилась в конечном итоге в единственной форме. Ее носителем сделался Homo sapiens, который в силу невозможности конвергенции имеет единственного предка — человека из Кроманьона!

Таким образом, и здесь мы сталкиваемся с тем же феноменом, что и при возникновении генетической памяти. Но теперь «единственность окончательного результата» объяснить гораздо легче. Все возможные кандидаты на место человеческого предка действительно занимали практически единственную экологическую нишу. И различия между ними носили главным образом организационный характер. Они все были близкими видами гоменидов при наличии известных биологических различий, что вносило свою лепту в характер той борьбы, которая разворачивалась между ними на планете.

Можно представить себе накал борьбы за право сделаться предком современного человека. Слабые претенденты, обладавшие худшей родоплеменной организацией и, следовательно, худшей техникой, худшими боевыми достижениями, стирались с лица Земли без остатка. Ведь каждая экологическая ниша может быть занята только одним видом. Последний эпизод этой трагедии разыгрался, вероятно, уже в почти историческое время.

Во второй половине XX века в печати было несколько

сообщений о том, что останки кроманьонцев и неандертальцев найдены почти рядом (например, на Ближнем Востоке). При этом датировка возраста их останков углеродным методом давала очень близкие значения. Поэтому можно предполагать, что еще в последнюю ледниковую эпоху или накануне ее на Земле жили одновременно и кроманьонцы, и потомки неандертальцев (или другие виды гоменидов, близкие к неандертальцам). Но к началу голоцена на планете остались одни кроманьонцы.

Среди антропологов нет единства во взглядах на взаимосвязь между кроманьонцами и неандертальцами. Одни считают, и это наиболее распространенная точка зрения, что неандертальцы — это просто предшественники кроманьонцев. Другие же предполагают, что кроманьонцы и неандертальцы (во всяком случае, какие-то расы неандертальцев) — это два существовавших параллельно вида пралюдей.

И весьма важным аргументом в пользу второй гипотезы является тот факт, что датировки останков тех и других очень близки. У поздних неандертальцев — неандертальцев культуры мустье — просто не было времени превратиться в кроманьонцев, ибо морфологически они весьма далеки друг от друга.

Сторонники первой гипотезы, в свою очередь, справедливо замечают, что все известные останки кроманьонцев относительно очень молоды и что раса неандертальцев значительно более древняя. И они спрашивают — если вторая гипотеза верна, то кто же все-таки был предком кроманьонцев?

Может статься, что истина лежит где-то посредине: «классический неандерталец», живший около 100 тысяч лет тому назад, породил две близкие расы гоменидов. Одна из них в силу тех или иных особенностей обитания стала быстро эволюционировать и сделалась нашим непосредственным предком: это и были кроманьонцы. Вторая раса гоменидов оставалась весьма близкой к «классическим неандертальцам» — в дальнейшем именно этих последних мы и будем называть неандертальцами.

И те и другие уже были людьми в том смысле, в котором я употребил это слово впервые. У неандертальцев также существовала общественная организация. Как и кроманьонцы, они умели трудиться и владели огнем. И те и другие, видимо, обладали практически одинаковыми умственными способностями, которые, наверное, мало чем уступали умственным способностям современных людей.

Антропологи считают, что у людей из Неандерталя были более развиты те доли мозга, которые ответственны за агрессивность. Значит, им было труднее согласовывать

атавистические устремления мужских особей разделываться с себе подобными и соотносить свои потребности и желания с потребностями всего рода или племени. Отсюда и вытекал, как мне кажется, целый ряд следствий, которые в конце концов и привели к трагическому концу историю их популяций.

Вероятно, неандертальцы гораздо хуже подчинялись общеплеменной дисциплине, а действие различных запретов было значительно менее сильным, чем у кроманьонцев. Поэтому в их ордах не могло сложиться достаточного внутреннего согласия и расположения к ближнему. В результате им не удалось создать такие цивилизации, технику, боевые организации, которые требовались для успешного противодействия кроманьонцам.

Конечно, не следует думать, что неандертальцы были буквально поголовно физически уничтожены кроманьонцами. По-видимому, история их гибели развертывалась не столь прямолинейно. Все пралюди принадлежали, в общем, к одному и тому же большому роду гоменидов, и все они, подобно собакам и волкам, могли, наверное, при известных обстоятельствах вступать в брачные отношения. И кто знает, может быть, в жилах многих современных людей течет кровь их далеких прапрабабушек, которых пощадили победители неандертальцев.

Выше я нарисовал некоторую гипотетическую картину завершения эпохи антропогенеза. Как происходил этот процесс на самом деле, сегодня узнать уже невозможно. Я полагал необходимым представить историю становления вида Homo sapiens как некоторый фрагмент естественного процесса самоорганизации материи.

Само собой разумеется, что эскиз этого фрагмента я пытался нарисовать, опираясь на те представления, которые складываются при изучении первобытного общества у специалистов в области информатики и системного анализа. Именно в этом я и видел свою задачу.

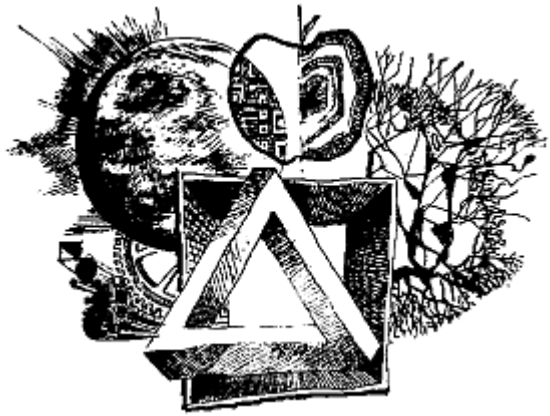
Профессионал — историк или антрополог — стал бы рассматривать этот процесс с совершенно иных позиций — он обратил бы внимание на другие его особенности. Я же хотел привлечь внимание к тем сторонам процесса становления Человека, которые отражают его синергетический характер, системность становления любых организационных структур и их неизбежную внутреннюю противоречивость.

Несмотря на то, что именно интеллект (Разум) послужил источником выделения Человека из числа других животных и поставил его над ними, окончательное формирование биологического вида Homo sapiens произошло под действием целого ряда факторов. Не исключено, что среди наших

предшественников были и более умные, и потенциально более талантливые ветви гоменидов, чем та, которая породила нас и, следовательно, сами мы. Но коль скоро заключительный отбор проходил главным образом на уровне сообществ, родов и племен, то одним из решающих факторов развития становилось уже не совершенствование отдельного индивида, а особенность организации, если угодно, социальной структуры рода, племени.

Именно такой ракурс рассмотрения единого процесса самоорганизации мне необходим, чтобы иметь возможность перейти к обсуждению следующего после антропогенеза периода единого процесса развития — периода, который привел к понятию ноосферы и искусственного интеллекта.

ГЛАВА V
О естественном и искусственном



Искусственное как закономерное продолжение естественного

В предыдущих главах я попытался представить эскиз «мировой панорамы» единого синергетического процесса самоорганизации материм, который на определенном этапе привел к появлению Человека и возникновению Общества.

Каждое «освоение» этим процессом новых квазистабильных форм организации материи резко ускоряло ход всех эволюционных процессов, протекающих на Земле. Можно предположить, что на определенном этапе развития материи значительно ускорятся уже не только процессы земной эволюции, но и процессы, протекающие во всей Солнечной системе.

Подобная гипотеза — это не фантазия или утопия. Это один из возможных вариантов развития, который отвечает той общей схеме мирового процесса самоорганизации, которая обсуждается в этой работе. Такое ускорение всех процессов развития может быть связано лишь с деятельностью интеллекта и активностью человеческого общества, этого нового фундаментального фактора мирового процесса развития. Поэтому естественным шагом дальнейшего анализа должны стать проблемы воздействия интеллекта и общества на развитие мирового процесса самоорганизации. Но, прежде чем начать это обсуждение, мы должны сделать одно отступление.

Мыслители, начиная со времен древних греков (Аристотель, например), а может быть, и гораздо раньше, как только они

вообще появились, отделяли естественное — все то, что происходит в Природе независимо от Человека и следует ее законам, от искусственного, то есть от всего того, что создано Человеком и подчиняется его законам, — законам и воле Человека. И не только отделяли, но и противопоставляли. И читая относящиеся к этим проблемам рассуждения, невольно проникаешься ощущением, что многие авторы глубоко убеждены в том, что все «природное хорошо», а вот все, что идет от Человека, по крайней мере двусмысленно или даже «плохо».

Когда подобные мнения встречались в религиозной литературе, то там они казались естественными — ведь все природное от Бога, а Бог — это во всех отношениях совершенное существо. Однако противопоставление естественного и искусственного распространено и в чисто житейском мышлении. Встречается оно и в серьезных научных исследованиях, в форме подтекста, во всяком случае.

В этой связи позволю себе процитировать известнейшего советского историка и антрополога, специалиста в области восточного средневековья Л. Н. Гумилева: «Что нам дала ноосфера (то есть человеческая деятельность. — Н. М.)? От палеолита остались… кремневые отщепы, скребки и рубила; от неолита мусорные кучи в местах поселений. Античность представлена развалинами городов, а средневековье — замков. Даже тогда, когда древние сооружения целиком доходят до нашего времени, как, например, пирамиды или Акрополь, это всегда инженерные структуры, относительно медленно разрушающиеся. А ведь техника и ее продукты — это овеществление разума…» (Гумилев Л. Н. Биосфера и импульсы сознания. — «Природа», 1978, № 12, с. 103.)

Примечание. *Как мы это увидим ниже, то толкование ноосферы, которое использует Л. Н. Гумилев, принципиально отличается от нашего. Я в основных чертах старался следовать тому пониманию термина «ноосфера», которое дано В. И. Вернадским. Хотя, вероятно, мое понимание ноосферы также не вполне ему тождественно.*

При чтении подобных рассуждений вольно или невольно возникают следующие мысли. Что собой представляют толщи осадочных пород? Разве это не те же бренные останки некогда удивительных «инженерных» конструкций, какими были когда-то строения кораллов или папоротниковые леса? И надо ли возводить пропасть между тем, что произвели человеческие руки, и тем, что создал крошечный полип? Ведь и то и другое, в

конечном счете, суть произведение Природы. И то и другое — суть порождение одного и того же начала и результат единого процесса самоорганизации. Поэтому не следует ли нам принять иную точку зрения, состоящую в том, чтобы не противопоставлять одно другому, а изучать развитие искусственного и естественного с единых позиций развертывания организационных форм материального мира?

Такой подход естествен для человека, занимающегося синергетикой (или теорией организации, или тектологией — сейчас для объяснения всего этого используется много различных терминов — почти синонимов).

Материя все время находится в движении, в ней все время возникают все новые и новые организационные структуры. Одни из них более устойчивы, обладают большим сроком существования, другие менее стабильны. Если воспользоваться языком математики и механики, то можно будет сказать, что одни из них определяют на какое-то время «области притяжения» и диктуют «в своей окрестности» определенные правила поведения «траекторий» процессов развития эволюционного типа. В других случаях мы видим образования типа «странных аттракторов», порождающих хаос и стохастику, но вместе с тем содержащие и определенный порядок. Существуют и иные формы стабильных (устойчивых) образований.

Некоторые из этих сложных процессов образования стабильных структур управляются механизмами, которые нам известны достаточно хорошо. Механизмы, определяющие течение других процессов, мы знаем хуже. О третьих можем только догадываться. Наконец, о четвертых сегодня мы догадаться не можем, так как соответствующие процессы протекают вообще без свидетелей. В самом деле, совсем не очевидно, что Разум, возникший в процессе самоорганизации материи, как инструмент ее самопознания, сегодня уже настолько совершенен, что может отражать любую реальность. И эта неочевидность никак не противоречит ни объективности мирового процесса развития, ни принципиальной его познаваемости. Ведь процесс развития бесконечен, и в ходе его развертывания возникают не только новые формы бытия, но и его познание. Но Разум развивается, и то, что ему недоступно сегодня, сделается доступным завтра (если, конечно, его носителю — человечеству — удастся преодолеть те кризисы, с которыми оно будет непрерывно сталкиваться). Разум постепенно создаст конструкции и языки, которые позволят полнее и полнее интерпретировать наблюдаемые (и даже непосредственно не наблюдаемые!) феномены, описывать их и делать «понятными». И самое главное

— предсказывать явления, само существование которых раньше не укладывалось в какие-либо схемы, доступные пониманию.

Заметим, что постепенно меняется и сам смысл того, что вкладывается в слово «понятие». Пример тому — специальная теория относительности. Еще в двадцатые годы ее изложение считалось делом крайне трудным. Ныне же она входит во все университетские программы как раздел курса общей физики, и по собственному опыту автору известно, что ее изложение студентам третьего курса немногим сложнее, чем, например, объяснение происхождения кориолисова ускорения.

Материальный мир принято разделять на три «царства» — на неживую природу (или, как ее называл В. И. Вернадский, «косное» вещество), живую природу и общество. Как ни расплывчаты границы, разделяющие эти царства, переход от одного из них к другому в ходе развития материи представляет собой коренную революционную перестройку всего эволюционного процесса, ибо каждая из этих «революций» означала качественное изменение характера естественного хода вещей, характера процессов развития материи. Во всяком случае, это верно для того процесса развития, который происходил и происходит на космическом теле, именуемом Землей.

Первое качественное изменение процесса развития на нашей планете связано с появлением на ней жизни, она открыла новый важнейший этап естественной эволюции Земли. Этот тезис уже обсуждался.

Вторая «революция» также качественно изменила ход развития Земли. В результате второй «революции», которую определило появление Разума, Природа обрела способность познавать себя, свои законы и целенаправленно их использовать. Но ведь от этого она не перестала быть Природой, а все процессы, которые в ней происходят, теперь уже с участием интеллекта не перестали быть естественными! Давайте же еще раз посмотрим, как возник интеллект и что нового появилось в Природе вместе с рождением разумного начала.

Еще во второй главе я старался подчеркнуть ту, как мне кажется, основную особенность, которую отличает все формы организации живого вещества. Они обладают обратными связями, без которых невозможно обеспечить их гомеостазис — квазистабильное состояние.

Вернемся теперь к обсуждению очень важного понятия «организм». Этим термином я назвал систему, которая не только имеет собственные цели, но и располагает определенными возможностями им следовать. В биологии термин «организм» используют лишь в том случае, когда речь идет только о живом

существе.

То определение, которое используется в этой работе, возникло в теории управления и системном анализе. Оно значительно более широкое, ибо само собой разумеется, что каждое живое существо всегда является организмом.

Основная цель любого живого организма, объективно ему присущая, — сохранение гомеостазиса. Но эта цель не единственная, у него могут быть и другие цели и имеются определенные возможности добиваться их достижения.

Но организмические свойства присущи не только отдельным биологическим организмам. Они присущи и целым группам (объединениям) живых существ, любым кооперативным сообществам, например, стаду копытных, которое в известных условиях также представляет собой организм: оно стремится сохранить целостность и, очевидно, располагает для этого определенными возможностями.

Свойствами организма обладают самые разнообразные сообщества живых организмов и даже популяции. Биологи подобные образования обычно называют недоорганизменными. Я этот термин употреблять не буду.

Любой организм обладает целой системой обратных связен. Если речь идет об организме отдельного живого существа, то реализация обратных связей обеспечивается прежде всего нервной системой! В более сложных организмах обратные связи возникают и реализуются, например, как следствие установившихся правил коллективного поведения. Они, в свою очередь, определяются специальными механизмами памяти. Некоторые из них (особенно важные для нашего изложения) связаны с обучением, например, с обучением по принципу «делай, как я!».

По мере развития и усложнения организмов изменяются и усложняются структуры их обратных связей. Поначалу такие связи носят чисто рефлекторный характер. Но с усложнением в ходе эволюционного процесса зависимость реакции организма на внешние воздействия становится все более и более опосредованной. Рефлексность (рефлекторность) исчезает, а обратные связи начинают во все большей степени определяться особенностями процессов переработки информации. У высших животных этот процесс без большой натяжки можно назвать процессом выработки и принятия решений.

В этом контексте мы можем рассматривать и появление на Земле человека, у которого нервная система достигла такого уровня совершенства, что становится возможным говорить о его интеллекте. Интеллект позволяет человеку ставить цель для

своей активной деятельности, исходя из возможности предвидеть ее результаты, изобретать не только по подсказкам, по аналогии с природой, а и предметы, которые не существуют в природе, но потенциально допустимы законами нашего мира.

Благодаря интеллекту человек приобретает возможность познавать эти законы, использовать их для упрочения собственного гомеостазиса и изучать самого себя. Возникают совершенно новые возможности коммуникаций между отдельными организмами, что приводит к появлению нового типа их объединений. Это прежде всего такие организации, которые обеспечивают производственную деятельность людей, и они, конечно, обладают всеми особенностями организмов: обладают целью — создавать «искусственное», а также и определенными возможностями их достижения.

Итак, в процессе развития материя приобретает еще одно свойство, потенциально ей присущее, — она обзаводится интеллектом и общественными формами организации, способными производить «искусственное», то есть такие материальные объекты, которые могут быть созданы только с участием интеллекта и общественных форм памяти.

Вместе с ними возникает и новый феномен — духовная жизнь, феномен биологический и общественный одновременно.

И с этих пор все, что в дальнейшем возникло, возникнет и будет возникать, на Земле, так или иначе будет связано с Разумом — хотя это вовсе не означает, что все это действительно «разумно». (Что означает слово «разумно», нам еще предстоит объяснить.) И с этого времени сама эволюция становится в известной степени искусственной, если под искусственным мы будем понимать некоторый особый этап в естественном развитии материального мира.

О парадоксах «искусственного»

В предыдущем разделе я постарался обосновать ту точку зрения, согласно которой строгое размежевание искусственного и естественного вряд ли может быть оправдано логикой развития, ибо и то и другое суть лишь разные стороны одного и того же процесса самоорганизации материи.

Однако в этом разделе мне предстоит утверждать нечто прямо противоположное. Дело в том, что, перешагнув невидимую границу, отделяющую «мир без интеллекта» от «мира с интеллектом», мы сталкиваемся с такими новыми особенностями жизнедеятельности и эволюции, которые требуют специального рассмотрения. При этом в ряде случаев нам вольно или невольно

приходится противопоставлять «искусственное» «естественному», чтобы отличить особенности развития, которые определены интеллектом, от эволюционных процессов, происходящих без его участия.

Анализ этих особенностей, как мы это увидим, приведет нас к необходимости введения еще одного нового понятия, которое естественно обозначить термином «искусственный интеллект». Заметим сразу, что его смысл будет значительно отличаться от того, который придается этому термину в обширной литературе по информатике, посвященной искусственному интеллекту.

Появление Разума, конечно, не только не отменило развития биосферы, но, напротив, многократно интенсифицировало многие из его процессов, несмотря на то, что эволюция индивидуального мозга — мозга отдельного человека — на каком-то этапе прекратилась вместе с биологической эволюцией индивидуума.

Диалектика учит нас, что в основе любого развития лежат противоречия. История развития материи, в том числе биологическая эволюция, наглядно подтверждает это общее положение. Любой отбор, будь он порожден внутривидовой борьбой или борьбой двух популяций за обладание экологической нишей, — это всегда проявление жесточайших противоречий.

С появлением сознательной деятельности и интеллекта эти противоречия обостряются еще больше — разум интенсифицирует борьбу, перенося ее из чисто биологической сферы в сферу социальную, общественную. Но вместе с тем интеллект открывает и новые возможности преодоления противоречий, создавая и новые формы компромиссов. Благодаря Разуму (теперь уже благодаря Разуму!) возникают новые правила поведения и способы действий. Постепенно возникает наука. Именно с помощью науки люди оказываются во все большей степени способными выходить из «безвыходных положений».

Таким образом, Разум выступает в роли двуликого Януса. Он не только ужесточает противоречия, не только расширяет их сферу, но и содействует снижению их остроты, находя новые пути к их разрешению. Он создает для развития человечества как биологического вида новые трудности, но и сам изобретает способы их преодоления. Именно в силу такой неоднозначности в результатах действия Разума и происходит многократное ускорение процессов развития.

Интересно отметить, что благодаря активности интеллектуального начала постепенно расширяется сфера конфликтных ситуаций между людьми — расширяется ее география прежде всего. Сначала противоречия носят совершенно

локальный характер и разрешаются внутри рода или племени, среди жителей одной и той же пещеры или среди группы близких родов или племен. Но постепенно они, и следовательно способы их разрешений — войны и компромиссы, — приобретают все более глобальный характер. Возникает межплеменная, а затем и межгосударственная рознь.

Вместе с развитием производственной деятельности и возникновением частной собственности возникают классы — еще один источник противоречий. Постепенно усложняются взаимосвязи людей и взаимозависимость Человека и окружающей среды. Это все рождает еще целую гамму противоречий, требующих своего разрешения.

Противоречия между Человеком и Природой, лучше сказать, окружающей средой — это специальная тема. О ней мы будем говорить во второй части этой книги.

Примечание. *Трудна и интересна проблема взаимоотношения разумного и стихийного начал. До поры до времени Разум ограничивает сферу своего активного воздействия на окружающий мир лишь «локальными проявлениями разумности», то есть действиями, основанными на оценке (или анализе) их последствий. При этом он мало вмешивается и, следовательно, мало меняет общий стихийный процесс самоорганизации. Но на определенном этапе развития общества и биосферы Человек вынужден начинать формирование коллективного «нелокального Разума». При этом он, наверное, сужает стихийное начало. Вместе с тем он никогда не сможет его исключить полностью. Миллионы и миллиарды человеческих коллективов и отдельных людей, по-разному отражающих окружающую действительность, всегда останутся базой для проявления стихийного начала.*

Искусственные орудия, которые создают Разум и труд, помогают людям овладевать ими и формируют совершенно новую среду обитания. Эту среду еще в двадцатых годах академик А. Ферсман назвал техносферой.

Искусственные орудия позволяют человеку во все возрастающих масштабах использовать искусственную энергию для удовлетворения его растущих потребностей.

Еще одно противоречие связано с тем, что потребности Человека растут, по-видимому, значительно быстрее, чем возможности их удовлетворения. Это противоречие, рождая напряженность в обществе, одновременно является одним из важнейших стимулов ускорения процессов развития.

Искусственные орудия рождают удивительный парадокс. Они

создаются для того, чтобы облегчить людям жизнь и удовлетворить их потребности. А очень часто случается так, что вместе с появлением новой техники или технологии огромные массы людей начинают жить труднее, хуже и опаснее. История дает нам многочисленные подтверждения этого тезиса, и повседневность так же непрерывно демонстрирует нам его справедливость. Это обстоятельство давно уже стало предметом размышления философов и социологов. Дело в том, что достижения цивилизации, техники, технологии, культуры и другие блага, порожденные трудом и Разумом, присваиваются — и по-разному — различными группами людей или классами, создавая тем самым источник неравенства, неудовлетворенности и напряженности в общественной жизни.

Говоря об искусственном, то есть обо всем том, что было порождено Разумом и трудом или не могло возникнуть без их участия, очень важно обратить внимание на то, как одна из основных особенностей мирового процесса развития преломляется в «мире искусственного».

Я уже не раз говорил о законе дивергенции по отношению к эволюции живого вещества. Но и здесь он проявляет себя с не меньшей определенностью, рождая множественность культур и чрезвычайное разнообразие ценностных шкал. Несмотря на то, что европейцы и китайцы, африканцы и индусы используют одни и те же машины, несмотря на то, что все они произошли от одних и тех же кроманьонцев и все принадлежат к одному и тому же биологическому виду, у них сложились совершенно разные взгляды на жизнь, разные устремления, разные традиции, разные шкалы ценностей.

Образ мышления, стандарты жизни, нормы поведения, характер искусства даже у народов, живущих в одних и тех же географических условиях, никогда не бывают совершенно одинаковыми. Классический пример тому — республики Закавказья. Несмотря на однотипность природных условий, в которых живут азербайджанцы, армяне, грузины и другие кавказские народы, несмотря на то, что они живут рядом уже тысячелетия, культура каждого из этих народов продолжает сохранять свою самобытность. И таких примеров можно привести сколько угодно.

Таким образом, мы можем констатировать существование большого количества различных форм организации духовной жизни людей даже при относительной близости (а иногда и тождественности) материальных условий их жизни. И несмотря на то, что возникли разнообразные средства транспорта и связи, несмотря на миграцию людей, которую не могут остановить даже

океаны, разделяющие континенты, несмотря на печать, телевидение, радио — это разнообразие и не думает исчезать.

Во второй части книги отмеченный факт будет отправным для целого ряда заключений. А сейчас замечу лишь, что в этом разнообразии я вижу большое благо для человечества.

В самом деле, объем генетического банка той или иной популяции, прежде всего генетическое разнообразие ее индивидов, говорит о стабильности популяции, о ее жизнеспособности, о способности противостоять непредвиденному изменению внешних условий. И в человеческом обществе должно иметь место нечто подобное. Но теперь к действию генетических факторов добавляются еще и факторы духовные, общественные. Появляется социально-культурное многообразие. Возникает множественность цивилизаций.

Именно этот организационный и духовный плюрализм дает обществу определенные гарантии в том, что в критических ситуациях оно окажется способным найти необходимые решения, ибо культура в конечном счете содержит в себе спрессованный человеческий опыт.

Конечно, в современных условиях происходит известная унификация, я бы сказал, не столько культур, сколько поведения. Развитие техники навязывает определенный стандарт общения, но японец остается японцем, узбек — узбеком, итальянец — итальянцем. Особенности их культур приводят к очень существенным различиям в восприятии окружающего мира — одни и те же выражения часто скрывают совершенно различный смысл. Мне кажется, что особенности национальных культур имеют даже тенденции усиливаться.

За последнюю четверть века (насколько я мог наблюдать) даже в такой высокостандартизированной стране, как США, произошла определенная консолидация некоторых национальных общин. (Во всяком случае, это касается итальянцев, японцев, евреев, не говоря уже о неграх.)

Особенно заметны эти процессы дифференциации в Канаде. Канадец японского происхождения стремится жениться только на японке и старается, чтобы его дети хотя бы несколько лет прожили в Японии. Имея в кармане канадский паспорт, на вопрос о своей национальности он даст однозначный ответ — японец! Я не раз убеждался в том, что даже третье поколение шотландцев, живущих в англофонской части Канады, не только не забыло своего происхождения, но и чтит шотландские традиции куда более строго, чем это имеет место в самой Шотландии.

В чем дело? Почему столь разнообразна палитра человеческих культур? Почему она возникла и не только

поддерживается, но и становится даже многообразнее, несмотря на все новые средства коммуникаций, которые возникают и совершенствуются вместе с развитием науки и техники?

На эти вопросы пока нет однозначных ответов. Высказываются лишь различные соображения о причинах, влияющих на это явление. Одни рассуждают о традициях, которые достаточно консервативны, другие — об условиях жизни, особенностях экономического развития, социальной стратификации и т. д.

Есть еще один немаловажный фактор, который обычно не обсуждается. Люди сами по себе очень разные. Все время разводят их в стороны законы генетики. Если морфологически они практически и идентичны, то их восприятия окружающего мира весьма существенно разнятся. В одних и тех же условиях люди, как правило, действуют неодинаково. И это не только результат воспитания. Отображение реальности в сознании людей, видимо, весьма различно. Связь бытия и сознания гораздо более опосредованна, чем мы привыкли это считать!

Наконец, существует и еще одна причина — общие законы развития, в том числе и закон дивергенции, о чем я уже упоминал.

Примечание. *Внешние сходства цивилизаций отдельных народов, как и в гомологических рядах Н. И. Вавилова, общность некоторых признаков как следствие адаптации организационных структур к единой техносфере еще не говорят о конвергенции и не должны мешать видеть глубокие различия, которые, по-видимому, продолжают усугубляться (часто несмотря на общность происхождения).*

Язык, который был введен во второй главе этой книги, может оказаться полезным и в том смысле, когда мы имеем дело с проблемами гуманитарными: развитие культуры и духовного мира человека подчиняется тем же законам материального мира, управляется такими же механизмами, которым были посвящены предыдущие главы. Культурные процессы, процессы формирования и эволюции этносов можно также интерпретировать (описать) в терминах поведения траекторий динамических систем в зоне странных аттракторов, где время от времени возникают более или менее устойчивые образования, которые люди называют великими цивилизациями.

Вопросы, к которым мы неизбежно приходим, последовательно рассматривая разные стадии единого синергетического процесса развития материи, представляют, как

мне кажется, значительный интерес для социологов. Они формируют еще один ракурс рассмотрения проблемы коллективного поведения.

Несмотря на то, что все люди потенциально способны воспринимать примерно одни и те же объемы информации, выводы, которые они из них делают, совсем не одни и те же. В частности, ориентация на чисто экономическое благополучие при оценке возможного поведения людей далеко не всегда может оказаться правильной. Каких-то однозначных рецептов здесь нет: мотивы поведения отдельных людей, а тем более человеческих коллективов, не укладываются в сколь-либо ограниченные рамки.

Обсуждаемые нами вопросы имеют не только познавательный или теоретический характер. С каждым десятилетием проблемы мотивации человеческой деятельности, ее связи с особенностями культуры, предпосылок появления новых стандартов поведения, обусловленных быстрым изменением условий жизни, приобретают все более и более важное значение для решения самых что ни на есть практических задач.

Рост могущества цивилизации, прежде всего энерговооруженности современного общества, уже сейчас требует умения предвидеть действия людей, их реакции на те или иные акции глобального масштаба и, если это нужно, направлять их активность. Ведь сегодня Человек потенциально способен уничтожить не только самого себя и популяцию Homo sapiens в целом, но, может быть, и всю биосферу.

Вот в этих условиях и возникает стремление как-то отделить естественные процессы от искусственных, отделить то, что связано с деятельностью людей, от того, что происходит само по себе, без вмешательства Человека и независимо от него.

Конечно, выделение «второй природы» в самостоятельный мир достаточно условно. И все же оно дает нам возможность более детально изучить развитие техносферы и общества, а также тенденции в развитии человека, его интеллекта и миропонимания.

Образование (конструирование) абстракций и идеализаций, исследование реальных объектов в рафинированном виде — это стандартный научный прием. В применении к рассматриваемым проблемам он приобретает особое значение именно сегодня, когда разрушительные силы, которые оказались в руках цивилизации, стали способными стереть человечество, да и всю жизнь с лица планеты. В этой связи могущество цивилизации начинает представляться неотвратимым бедствием, а весь наш искусственный мир, то есть «техносфера», — каким-то монстром, с которым человечество, его породившее, уже не в состоянии

справиться.

Однако все на свете существует в единстве и борьбе противоположных начал. В недрах цивилизации рождается разрушительный потенциал, который непрерывно растет и при неумелом использовании грозит вселенской катастрофой. Но одновременно цивилизация рождает и противоположное начало. Ее могущество не только деструктивно, но и конструктивно: цивилизация рождает и средства, необходимые для преодоления разрушительных тенденций. В этой связи уместно подчеркнуть, что поиск альтернативных путей развития — это тоже одна из важных составляющих цивилизации, впрочем, возникновение такой тенденции относится к глубокой древности.

Появление сначала простейших орудий, затем машин и вообще всего того, что «настоящей природе» не свойственно, уже на заре цивилизации породило представление о противоборстве естественного и искусственного миров. Такое противопоставление содержится в древних мифах и древних религиях.

Рождающаяся техника перестраивала жизнь людей, изменяла социально-экономический облик общества. Использование механизмов и машин привело к резкому ужесточению различных противоречий — классовых, межгосударственных, повлияло на окружающую природу.

Благодаря машинам и их совершенствованию Человек овладевал все новыми видами энергии. Сначала это была энергия животных, затем воды и ветра, позже наступил век парового двигателя, который позволил поставить на службу обществу энергию законсервированных остатков былых биосфер. Далее наступил век электричества, а сегодня Человек уже достаточно широко пользуется энергией атомного ядра, то есть использует энергию, полученную Землей из космоса при ее рождении как космического тела.

Теперь уже не за тысячи и даже за сотни, а за десятки лет происходит полная перестройка энергетической основы общества. Благодаря «искусственному миру», созданному Человеком, он овладевает такими энергетическими возможностями, которые сравнимы с энергией самых мощных естественных процессов, подобных приливам, вулканизму, ураганам…

Нарастающие противоречия между Разумом и окружающей средой, опасности, которые создает цивилизация для будущего человечества, постепенно начинают занимать все большее место в научных и философских исканиях. Все эти противоречия приобрели сегодня глобальный, общепланетарный и, может быть, даже космический характер. Все более становится очевидным, что

для их разрешения необходим поиск альтернатив современным тенденциям в развитии общества и его взаимосвязи с окружающей средой.

Наиболее привлекательной, с моей точки зрения, является та, которая рассматривает человечество как единое целое и как неотделимую часть того мира, который мы привыкли называть окружающей средой и законы развития которого для нее столь же обязательны, как и для любой ее составляющей.

Примечание. *Исторической справедливости ради отметим, что подобная точка зрения в той или иной форме уже неоднократно обсуждалась. О глобальных проблемах толковали еще в прошлом веке представители русского народничества и идеологи православия. Согласно их воззрениям Разум создает «искусственное»: промышленность, индустрию, городскую цивилизацию — и потому ему следует противопоставить нравственность, в основе которой лежит религиозное начало, а все порождения Разума, отражающие его «внутреннюю природу», ответственны за все современные беды человечества. Отсюда и проповедь возврата к «естественному образу жизни» (например, И. В. Киреевский и др.).*

На иных позициях стояла естественнонаучная мысль, ярким выразителем которой был В. И. Вернадский. Она тоже исследует противоречия между Человеком и Природой — противоречия, которые возникли совсем не сегодня. Но она видит их разрешение вовсе не в отказе от того, что могут дать Разум и цивилизация, которую он порождает, а в опоре на Разум, на науку, технику и новую цивилизацию, неотделимую от новой нравственности.

Организм человека, в том числе и человеческий мозг, уже давно перестал развиваться. И необходимо себе отдать отчет в том, что с биологической точки зрения он далеко не идеален, не очень хорошо приспособлен к «цивилизованной» жизни. Ведь человек как биологический вид сформировался в предледниковую эпоху, когда особенности внешней среды, все условия его жизни были совершенно иными, нежели сегодня. И нам придется считаться с тем, что несоответствие чисто биологических характеристик человека, его темперамента, его разума изменившимся условиям его существования будет в дальнейшем только нарастать. И это нарастающее противоречие еще потребует специального анализа.

В течение последних 30–40 тысяч лет человек приспосабливался к окружающей среде за счет совершенствования своей общественной организации. Ведь,

несмотря на все могущество и силу нашего мозга, последний так же ограничен, как и мускульная сила человека, и он так же, как и мускульная сила, нуждается в помощи, в искусственных средствах и в специальной системе коллективных связей и коллективных действиях.

Человек несет в себе бремя того темперамента и агрессивности, которые ему были необходимы для того, чтобы утвердиться на планете. Его общественные структуры также несовершенны. Но всегда находится в поиске. И это главное. Он видит не только свои достижения и успехи, но и опасности, которые его подстерегают.

Постепенно возникает понимание того, что уже пора искать альтернативу — иной вариант существования людей на Земле, другие формы взаимоотношения между разными культурами, разными странами, другие способы разрешения противоречий, совершенно другое взаимоотношение общества и окружающей среды.

Понимание этих фактов стало сегодня весьма широким, и совсем не случайно родилось специальное выражение «коэволюция человека и биосферы». Это выражение, на мой взгляд, очень точно отражает особенности той альтернативы, в которой так нуждается человечество. «Коэволюция человеческого общества и биосферы» по смыслу, вкладываемому в это сочетание слов, — практический синоним термина «ноосфера», который связан с именами В. И. Вернадского, Э. Леруа и П. Тойяр-де-Шардена. Отыскание условий альтернативы, решение ее проблем — это и есть обеспечение коэволюции. Оно становится одним из важнейших направлений современной мысли.

Примечание. *Верно и обратное: проблема отыскания условий коэволюции — это и есть проблема альтернативы, ибо прекращение развития, или деградация, биосферы означает катастрофу для человечества как биологического вида. Поэтому, говоря о «ноосфере», я имею в виду такое состояние биосферы и общества, которое обеспечивает возможность их целенаправленного развития в интересах дальнейшего прогресса человечества. Вот почему я буду употреблять термин «эпоха ноосферы», имея в виду новый этап истории Природы и общества. Переход в эту эпоху — длительный и трудный процесс. Он потребует и новых знании о биосфере, и коренной перестройки общественных институтов. Такая трактовка понятия «ноосфера» не является общепринятой.*

Одновременно с появлением проблемы альтернативы

родилось и понимание ее невообразимой сложности. Она не может быть решена «естественным образом», если отождествлять это понятие с автоматизмом или стихией. Естественный ход вещей я вижу в другом: в ходе развития природных процессов возник интеллект, и на определенном этапе ему предстоит принять на себя ответственность за дальнейшую судьбу нашей планеты, выработать новые принципы отбора, новые способы отыскания компромиссов.

Итак, тот этап единого эволюционного процесса, естественного развития космического тела, именуемого Землей, на котором в его ход начинает активно, целенаправленно — в интересах развития человечества, вмешиваться интеллект, мы и будем называть эпохой ноосферы.

На мой взгляд, такое понимание смысла термина «ноосфера» согласуется с рассуждениями В. И. Вернадского. Различия носят скорее всего терминологический характер. Тем не менее они, конечно, существуют. Ведь со времени кончины В. И. Вернадского прошло уже более сорока лет. За эти десятилетия человечество овладело ядерной энергией, вышло в космос, создало электронную вычислительную технику. Эти и многие другие достижения науки и техники, конечно, внесли свои коррективы в понимание окружающего мира и нашли оценки происходящего на Земле.

Итак, анализ соотношения искусственного и естественного изменения его со временем неизбежно приводит нас к понятию «ноосфера». Будучи естественной стадией развития биосферы, ноосфера становится объектом не только исследований, но и управления (более точно, как мы это увидим во второй части книги, следует говорить не об управляемом, а направляемом развитии).

Таким образом, биосфера на определенном этапе своего развития становится объектом искусственным — плодом рук человеческих. На этом новом этапе достигается тот уровень интеграции знаний и технических возможностей цивилизации, который позволяет говорить о нашей планете как о едином организме. В век ноосферы возникает специфическая цель — обеспечение коэволюции Человека и биосферы. И у человечества появляются потенциальные возможности следовать этой цели.

Иными словами, развитие биосферы начинает диктоваться Разумом. Это развитие определяется на языке коэволюции Человека и окружающей среды: коэволюция потенциально обеспечивается могуществом цивилизации. Однако, чтобы следовать тем или иным целям, необходимо их четкое понимание, четкая формулировка. А понятие «коэволюция», к

сожалению, пока еще весьма расплывчато. Мы только начинаем определять те условия, которые его обеспечивают.

Таким образом, возникает специальный вопрос о формировании программы исследований, которая позволила бы нам получить необходимые сведения о проблемах и условиях коэволюции. Сегодня мы более или менее понимаем, как должна быть построена та часть программы, которая позволит нам определить границу гомеостазиса в пространстве параметров биосферы, то есть ту черту, переступить которую человечество уже при современном уровне техники не должно ни при каких обстоятельствах. Но, как бы ни было сложно формулировать те цели, которые диктуются особенностями реакции биосферы на антропогенные нагрузки, неизмеримо труднее осмыслить поведение людей, тем более в непредвиденных ситуациях.

В этой «человеческой» сфере нам потребуется новая система запретов, новые принципы отбора. Однако эти принципы и запреты должны быть следствием понимания того, к чему люди стремятся, синтезом представлений самых разнообразных человеческих коллективов. И мы снова оказываемся в сфере труднейших гуманитарных проблем: ведь рядом с Природой и даже рядом со «второй природой», то есть с миром вещей, которые Человек произвел, внутри Человека существует еще один мир — мир его личности, мир его собственных индивидуальных интересов, мир его духовной жизни. И он далеко не непосредственно связан с окружающей природой и миром вещей.

Пока уровень материального обеспечения людей был достаточно скуден, главной задачей оставалось биологическое выживание. Естественно, что в этих условиях мир вещей превалировал над остальными человеческими потребностями. В этот период жизни было не очень сложно перечислить основные дели Человека.

Однако по мере повышения материального благосостояния потребности людей и стимулы их активности начинают меняться. На определенной стадии начинают превалировать уже цели обеспечения «внутреннего комфорта» (в том числе и социального). Они очень разнообразны и достигаются множеством различных путей. У разных народов, различных социальных групп людей ценности, обрести которые они стремятся, совершенно разные.

Вот почему сегодня перед наукой возникает грандиозная задача разработки таких алгоритмов развития, которые были бы способны отыскать необходимые компромиссы, то есть способы разрешения противоречий, которые были бы приемлемы людям живущим на разных континентах, в условиях различных

политических, экономических и социальных систем.

Проблема эта на первых порах может показаться неразрешимой. Но, как мы это увидим дальше, современная наука дает определенные отправные позиции, позволяющие надеяться на возможность отыскать ее решение, на то, что человечество сумеет найти необходимые компромиссы без разрушительных противоборств.

Сегодня термин «коэволюция» получил уже широкие права гражданства. Он используется во многих странах, и существует целый ряд его интерпретаций. Широкое распространение имеет его так называемая «зеленая» трактовка: все земные популяции обладают равными правами на существование, а коэволюция человека и окружающей среды означает обеспечение условий естественного развития для всех.

Я думаю, что такое понимание коэволюции не только глубоко ошибочно, но и неконструктивно. В силу существования Разума популяционная «изотропия» невозможна в принципе — это утопия! В отличие от всех остальных видов популяций вид Homo sapiens не имеет собственной экологической ниши. Ею является вся планета. И человек будет ее устраивать для себя. Вот почему ноосфера — это организм, целью которого является обеспечение процветания человечества, человечества как единого целого!

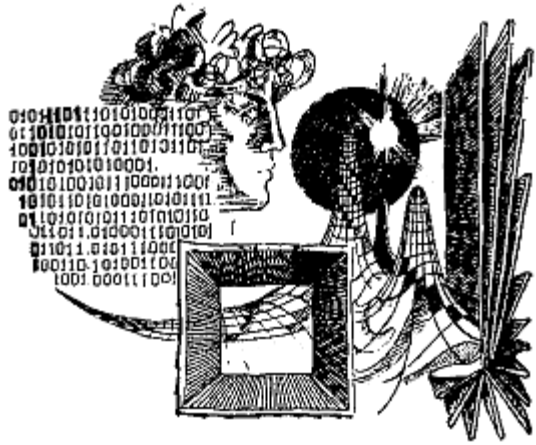
Цель — процветание человечества, однако, недостижима вне биосферы. Только процветающая биосфера может служить вместилищем процветающего человечества, которое должно приспосабливать самое себя, свои потребности, свои общественные институты, социальную организацию, следовательно, и общественные потребности к требованиям, условиям, позволяющим не только сохранять, но и развивать биосферу.

Только с подобных позиций я и полагаю возможным рассматривать проблему коэволюции. Такое ее понимание может служить надежным фундаментом для построения научной теории развития ноосферы, теории, которая снабдит человечество необходимыми знаниями и принципами направляемого развития окружающей среды.

Завершая эту главу, я хочу еще раз подчеркнуть ее основную мысль. Процесс самоорганизации материи идет по пути непрерывного усложнения алгоритмов, от «естественных», стихийных алгоритмов, опирающихся только на законы физики и биологии, к алгоритмам «искусственным», которые формируются Разумом. Все законы мира «естественного» сохраняют, конечно, свою силу. Но теперь на их действие накладывается могучий процесс Разума, формирующий новые принципы отбора и

превращающий постепенно чисто стихийное развитие в направляемое.

ГЛАВА VI
На пути к искусственному интеллекту



О понятиях «информация» и «память»

Всеобщий процесс развития может рассматриваться в самых разных ракурсах, и каждый из них открывает нам его особенности, позволяет более отчетливо понять действие механизмов самоорганизации. Один из таких ракурсов — информационный.

Выше мы уже обсуждали различные формы памяти и их влияние на течение общего эволюционного процесса. Я постарался обратить внимание на то, что появление новых принципов (механизмов) хранения и передачи информации способно качественно изменить весь характер процессов развития, саму структуру «алгоритмов эволюции». Теперь я постараюсь рассмотреть проблему информации с более общих позиций и выяснить место информации в общем процессе развития Природы и общества.

Само понятие «информация» крайне дискуссионно. Заметим, например, что до сих пор не существует его общеупотребительного определения, и оно используется главным образом на интуитивном уровне.

За последнюю четверть века появилось огромное количество сочинений, посвященных обсуждению понятия «информация», сфер его применения, его соотношению с другими научными понятиями, его месту в научных исследованиях.

И тем не менее очень многие вопросы, да и само толкование

понятия «информация» представляются весьма спорными. Так, например, несмотря на все то важнейшее значение, которое имеет информация в общем описании единого процесса развития материи, я не могу согласиться с мнением тех ученых — философов, математиков, физиков, биологов и особенно кибернетиков, которые считают информацию всеобщим свойством материального мира.

Во-первых, я полагаю, что строгого и достаточно универсального определения информации не только нет, но оно и вряд ли возможно. Во-вторых, это понятие мне представляется в некотором смысле «историческим». Необходимость его введения возникает лишь при описании довольно поздних этапов развития материального мира, лишь тогда, когда в нем зарождается жизнь.

Если описывать последовательное развитие материального мира, опираясь на принцип «лезвия Оккама», то информация появится в нем лишь тогда, когда мы начнем изучать системы с целеполаганием, то есть объекты, способные к целенаправленным действиям. Именно только такие системы порождают необходимость использования термина «информация», без которого нельзя описать процедуры принятия решений, то есть целенаправленного поведения, и изучать зависимость характера принимаемых решений от изменений внешних условий.

Во всех остальных случаях вполне можно обойтись без использования термина «информация». Действительно, ведь все процессы, протекающие в неживой природе, подчиняются законам физики и химии. И только им! Это значит, что все явления, протекающие в неживой природе, могут быть объяснены и поняты без привлечения этого термина.

Отсюда следует, в частности, что и описание подобных явлений не нуждается также и в использовании понятия обратной связи, которое приобретает смысл лишь при изучении процессов, связанных с переработкой информации. Вскользь мы об этом уже упоминали в одной из предшествующих глав. И мне кажется, что термины «информация» и «обратная связь» употребляются в настоящее время гораздо шире и чаще, чем это требует необходимость адекватного описания изучаемых явлений.

Употребляя термин «информация», важно также помнить и об этимологии этого слова. В обычном, то есть житейском смысле оно означает сумму сведений, которую получает некоторый субъект — человек или группа людей (или животных) — об окружающем мире, о самом себе, о другом субъекте или изучаемом явлении — сведений, с помощью которых он может точнее прогнозировать результаты своих действий и отбирать способы использования своих возможностей для обеспечения

собственных интересов и для достижения поставленных целей. В этой трактовке информации центральной фигурой оказывается субъект (человек), который использует полученные сведения по своему усмотрению. Понятие «субъект» можно и обобщить, распространив его на все живые существа, а не только на человека, а также на организмы (надорганизменные системы — по определению биологов), обладающие целеполаганием.

Подобная позиция отражает то представление об информации, которое сложилось в теории эффективности и исследовании операций еще в предвоенные годы к середине 30-х годов. В этой книге я буду придерживаться именно этой позиции. Из нее вытекает, в частности, что термин «информация» целесообразно использовать только в тех случаях, когда для объяснения изучаемого феномена невозможно ограничиться языком традиционной физики.

Языком физики можно описать с достаточной полнотой и точностью все те процессы, которые протекают в неживой природе. Но для описания процессов биологической, а тем более социальной природы этого языка уже недостаточно. Правда, и для таких процессов часто удается дать физикоподобное описание. Так бывает всякий раз, когда нам удается параметризировать все поведенческие особенности и процессы передачи и использования информации, а описание самого процесса представить, например, в форме законов сохранения (балансовых соотношений).

Теория Лотки — Вольтерра — Костицина в популяционной динамике, балансовые и оптимизационные модели в экономике дают нам примеры физического описания некоторых процессов в биологии и экономике. Однако такой подход далеко не всегда «работает». Тогда приходится создавать специальные классы моделей, в которых важную роль играет информация, процессы ее передачи и получения. Как правило, это модели принятия решений с использованием процедур человеко-машинного диалога.

Таким образом, не следует умножать сущность без меры — принцип «лезвия Оккама»: не следует вводить термин «информация», если в этом нет необходимости, если без этого можно обойтись. И тем не менее в современной литературе широко распространена противоположная тенденция: «информация» превратилась прямо-таки в модное слово, которое используется не только тогда, когда без него вполне можно и обойтись, но даже и тогда, когда его употребление лишь усложняет объяснение феномена.

Это касается прежде всего попыток распространения информационного языка на явления мира неживой природы. Так,

на одной публичной лекции лектор, стремясь продемонстрировать универсальность понятия «информация», провел следующее рассуждение. Рассмотрим движение материальной точки в гравитационном поле. Четкое и простое объяснение особенностей этого явления, как известно, дается ньютоновской механикой. Но лектор решил поступить по-другому, он сказал примерно следующее: пусть материальная точка, находящаяся в заданный момент времени в некоторой точке гравитационного поля, обладает ненулевой скоростью. В силу этого обстоятельства в следующий момент времени она окажется уже в другой точке этого поля, где его напряженность будет иной. Получив эту информацию, точка изменит свою скорость, следуя закону Ньютона.

Логических ошибок в приведенном рассуждении вроде бы и нет, если, конечно, не считать того, что физические объекты не являются субъектами, способными воспринимать и изменять по своей воле те параметры движения, которые предопределены законами физики. Приведенное рассуждение не упрощает и не уточняет паши представления о движении тел под действием сил тяготения.

Точно так же и термин «обратная связь» часто используется в тех случаях, когда в физических и химических системах возникают компенсационные эффекты, аналогичные проявлению свойств устойчивости. При желании и принцип Ле-Шателье можно трактовать как проявление обратной связи, хотя он является следствием законов неживой природы. А вот еще один пример использования понятия «обратная связь», когда его использование только усложняет изложение; этот пример заимствован из солидных изданий.

Предположим, что в силу каких-то причин произошло некоторое потепление климата. Оно приведет, очевидно, к уменьшению площади, покрытой ледниками и снегом. В результате альбедо земной поверхности несколько уменьшится, то есть поверхность планеты станет усваивать большее количество солнечной энергии. Это означает, что средние температуры атмосферы снова несколько повысятся. Последнее приведет, очевидно, к дополнительному сокращению ледников, что вновь несколько уменьшит альбедо. Отсюда делается вывод, что система «климат — ледники» характеризуется положительной обратной связью. Такой вывод, однако, излишен, ибо весь описанный процесс полностью объясняется законами физики, а принцип обратной связи, как его понимают в теории управления, не есть их следствие.

Используя термин «обратная связь», часто забывают о том,

что он возник в теории регулирования при создании систем управления техническими объектами. Эти системы проектируются с таким расчетом, чтобы движение объектов, управляемых с их помощью, обладало бы определенными свойствами, например, устойчивостью. В этом процессе проектирования всегда присутствует субъект, то есть человек, проектирующий объект и наделяющий его определенными свойствами.

Чувствительный элемент, если угодно, рецептор системы управления самолетом — это гироскоп. Он физически реагирует на поведение самолета, определяя тем самым его положение в пространстве. Субъект, то есть конструктор, проектирующий систему управления, ставит в соответствие реакцию автопилота с вполне определенным изменением движения проектируемого самолета. Этот способ выбирается конструктором по его усмотрению. Он, конечно, не противоречит законам физики, но и не является их следствием.

Итак, выбранное соответствие, связывающее настоящее состояние движения объекта управления с его последующим движением, и носит название принципа обратной связи.

Еще раз подчеркну: этот принцип согласуется с законами физики, но не исчерпывается ими, ибо указанное выше соответствие определяется целями субъекта, его выбором. Поэтому-то принцип обратной связи и является новым принципом отбора, который формируется только субъектом, получающим информацию о состоянии и поведении управляемого объекта.

Что же касается применения термина «обратная связь» для объяснения явлений, подпадающих под действие принципа Ле-Шателье, или аналогичных ситуаций, которые являются прямым следствием законов сохранения, законов кинетики и т. д., то такое использование этого термина я считаю просто удобным жаргоном.

Итак, в задачах, возникающих при изучении неживой природы, термины «информация» и «обратная связь» излишни, если, конечно, речь не идет об отношениях субъект — объект. Именно в силу последнего обстоятельства строго указать границу, когда этот термин приобретает фундаментальное значение, непросто. Эта непростота заставляет нас вспомнить о сложности проведения границы между живым и неживым веществом.

Примечание. *В моей работе важное место занимает гипотеза о существовании переходных процессов между различными квазистационарными состояниями, в частности, об отсутствии четкой границы между живой природой, формирующей*

механизмы обратной связи, и природой неживой, развитие которой описывается с помощью одних только законов физики и химии.

Эту гипотезу биологи, как правило, не приемлют, ссылаясь на принцип Пастера — Редди: все живое происходит только от живого. Возражения биологов имеют под собой прочный экспериментальный фундамент — отсутствие материала, подтверждающего возможность существования вещества, которое нельзя было бы идентифицировать как живое или неживое.

Но если принять эту традиционную для биологов точку зрения, мы окажемся вынужденными отрицать единство процессов саморазвития материи. Не лучше ли великий принцип «живое только от живого» дополнить словами: в современных земных условиях. Тогда предположим, что однажды жизнь возникла из неживого вещества скачкообразным переходом. Такая позиция лишена логических противоречий.

Кроме того, она может опереться на существование механизмов бифуркационного типа со скачкообразными переходами. Но любая бифуркация в сложных системах всегда происходит не мгновенно — она протяженна во времени, а переход в новое квазистационарное состояние всегда происходит через ряд промежуточных состояний, образующих фазовую траекторию системы.

Резюмирую: мне представляется предпочтительнее гипотеза о том, что переходные формы от неживого к живому существовали, но были весьма неустойчивыми. Обнаружить их следы на общем фоне земной эволюции практически невозможно. Вряд ли биологи будут утверждать, что эукариоты возникли независимо от прокариотов, тем не менее в нашем распоряжении нет никаких данных о существовании переходных форм.

Итак, я высказался достаточно категорически о смысле термина «информация» и его месте при описании процессов развития. Теперь я хочу признать, что и для описания явлений, происходящих в неживой природе, иногда бывает удобным употреблять этот термин. Его использование позволяет иногда компактнее описать и нагляднее интерпретировать наблюдаемые явления.

Так, например, М. Эйген в своих исследованиях динамики и редупликации биологических макромолекул, то есть для анализа предбиологической стадии развития неживого вещества, широко использует этот термин. Он говорит о записи информации, ее кодировании теми или иными белками и нуклеиновыми кислотами, о передаче и сохранении информации и т. д.

Но это лишь удачный способ выражения того факта, что в

известных условиях создается возможность точного и многократного повторения одного и того же процесса, каким, по существу, и является механизм передачи наследственной информации. Его действие происходит, как это и показано работами М. Эйгена, на том уровне организации, на котором еще нет оснований говорить о субъекте и целесообразности.

Из этих работ вытекает возможность описания работы генетического кода без использования понятий «информация», в рамках языка физики и химии. Поэтому, когда мы говорим о механизме запоминания и передачи наследственной информации, действующем на уровне биологических макромолекул, то есть на «преджизненном» уровне, мы допускаем метафорический способ выражения. Ради удобства и краткости изложения мы вводим определенный язык, отступая от изначального смысла используемых слов. Ведь то, что мы иногда называем кодированием информации и редупликацией, необязательно относится к живому веществу. В этих случаях возникает ситуация, подобная той, которую мы описали, говоря о принципе Ле-Шателье. И там и тут возможны объяснения, опирающиеся на терминологию, принятую в физике и химии.

Совсем по-иному дело обстоит, когда мы хотим описать причины того, почему в земных условиях передача наследственной информации стала необходимостью «прогрессивной» эволюции и на Земле утвердился один-единственный генетический код. Здесь уже присутствует целенаправленный отбор, возможно и не выводимый из законов, управляющих развитием неживого вещества, которые нам известны. Ответить на вопрос о том, как возник этот код, мы пока не можем.

Информация сама по себе ничего не стоит и не означает ничего. Бессмысленно говорить о ценности информации как о некоторой ее абсолютной характеристике. Информация нужна субъекту для обеспечения возможности успеха некоторых целенаправленных действий. Поэтому, если мы начинаем изучать деятельность живого организма, стремящегося сохранить и упрочить свой гомеостазис и формирующего для этого петли обратной связи, без понятия «информация» обойтись уже нельзя — нельзя в принципе!

Прыгая с ветки на ветку, белка должна знать, как далеко от нее следующая ветка, приблизит ли она ее к преследуемой цели, способна ли, наконец, удержать ее эта следующая ветка. И вообще — нужна ли ей эта ветка? Качество же информации зависит от того, насколько белка способна оценить положение ветки, ее соответствие программе своих действий.

Таким образом, качество информации зависит также и от субъекта, его способности воспринять и обработать информацию. Если белка окажется, например, близорукой, то информация о положении ветки может оказаться для нее не только бесполезной, но и вредной или даже смертельной. Значит, качество информации оценивается прежде всего тем, насколько знания, полученные о предмете или окружающей обстановке, помогают в принятии решений. Только тогда, когда существует цель, полностью раскрывается значение, ценность и смысл информации.

Понятие ценности информации трудно еще и потому, что информация — это не просто некое возмущение, внешний сигнал, действующий на систему, но и внутренняя оценка этого возмущения (сигнала), обусловленная активностью сознания. Иными словами, информация и ее оценка возникают и могут быть понятыми лишь в контексте отношений субъект — объект.

На развитие утвердившегося в широких кругах понимания смысла информации и па развитие соответствующей теории оказали большое влияние работы Н. Винера и К. Шеннона. Для оценки качества информации К. Шеннон ввел энтропийные меры — функционалы, по форме совпадающие с выражением для энтропии.

Эта связь информации и энтропии была затем рядом авторов абсолютизирована (и гипертрофирована). Сам же К. Шеннон изучал довольно узкий круг вопросов, касающихся передачи сигналов с помощью технических устройств — по радио, по телефону и т. д. При этом преследовалась вполне определенная цель: оценить качество передающих технических устройств, их способность не искажать сигналы на фоне помех, то есть не терять информацию в ходе ее передачи.

В таких случаях оценки энтропийного типа вполне уместны. Это те простейшие ситуации, когда качество информации может быть оценено скалярной характеристикой. Но в общем случае оценка информации всегда носит векторный характер, и поэтому универсальная скалярная оценка качества информации в принципе невозможна!

Теперь, после того как я подробно объяснил свое понимание термина «информация», уместно снова вернуться к обсуждению памяти, которая, как мы это видели, играет столь фундаментальную роль в развитии живого вещества. До сих пор я избегал подробного обсуждения смысла понятия «память», ограничиваясь ее определением как некоторого механизма, способного накапливать, хранить и извлекать информацию.

Поскольку понятие «информации» необходимо лишь тогда,

когда речь идет о процессах, в которых возникает возможность выбора (поведения, реакции), не вытекающего непосредственно из законов физики или химии, постольку и понятие «память» естественным образом связывается с представлением о субъекте, совершающем этот выбор.

И в то же время в последнее десятилетие термин «память» стал очень широко употребляться. Его используют и в биологии, и геологии, в физике и гуманитарных науках. Особое распространение он получил в технике в связи с созданием электронных вычислительных комплексов. И это понятие употребляется так, как будто бы речь идет о некоторой объективной категории, присущей любой материальной системе.

«Система помнит свои предшествующие состояния» — выражение, достаточно часто встречающееся в специальной литературе. Даже недавно открытое реликтовое излучение истолковано как одно из проявлений памяти Вселенной о начальной эпохе своего существования. Кажется, что здесь мы сталкиваемся с представлением о памяти, отличным от того, которое было использовано в этой книге. В примере с реликтовым излучением «память» выступает как некоторый процесс или его характеристика. С этой противоречивостью трактовки понятия «память» нам придется теперь разобраться.

Если речь идет о живых существах, то они всегда обладают хотя бы зачатком целеполагания — стремлением к сохранению собственного гомеостазиса. Это значит, что в рассматриваемом случае применимо и представление о памяти как о механизме хранения, накопления и извлечения информации в интересах данного организма — живого существа. Задача науки — изучать эти механизмы, понять, каким образом живое способно распознать и оценивать окружающую обстановку.

Существуют ситуации, такие, например, как в системе обучения по принципу «делай, как я!», когда механизмы памяти нам более или менее понятны. В других же случаях науке еще предстоит проделать немалый путь для их познания.

Таким образом, в мире живой материи память выступает в качестве некоторого элемента информационной службы организма, без которой не могут быть раскрыты те потенциальные возможности достижения цели, которыми этот организм обладает.

Теперь обсудим вопрос об использовании понятия «память» в тех случаях, когда речь идет о процессах, протекающих в неживой природе. Здесь нам предстоит многое пересмотреть, ибо ни о каком целеполагании в мире неживой природы не может идти речь. Попробуем сначала дать описание памяти применительно к

миру неживого вещества независимо от сказанного ранее. Для этого прежде всего свяжем память с некоторым процессом, развивающимся во времени, и будем рассматривать ее в контексте изучения временных характеристик этого процесса.

Необратимость времени и необратимость процессов развития, протекающих в природе, по-видимому, теснейшим образом переплетены между собой. Поэтому, используя понятие «память системы» при обсуждении процессов, протекающих в мире неживой материи, мы так или иначе характеризуем «степень обратимости», или, если угодно, «скорость течения времени» в изучаемом процессе. Попытаемся аргументировать подобное утверждение.

Предположим, что мы изучаем вполне детерминированный процесс, который может быть описан системой обыкновенных дифференциальных уравнений. Условимся считать, что их правые части таковы, что обеспечивают нелокальную разрешимость задачи Коши, — например, эти уравнения описывают движение тяжелой точки в гравитационном поле. В этом случае можно сказать, что система обладает «абсолютной памятью». Это означает, что мы (то есть исследователи) способны восстановить всю историю ее движения, если, конечно, знаем ее состояние в данный момент времени.

Заметим, что здесь, говоря о «памяти системы», в действительности мы говорим о способности исследователя восстановить характер движения или предсказать его развитие. Данная система является обратимой — и в этом все дело! Значит, «абсолютной памятью» могут обладать лишь обратимые системы. А реальные системы такой памятью обладать не могут. В принципе!

В самом деле, достаточно вмешаться в течение процесса стохастическим факторам, чтобы описанное выше потеряло всякий смысл. Стохастические процессы необратимы, и мы уже в принципе не можем говорить о точном воспроизведении состояний системы в предшествующие моменты времени. Теперь речь идет лишь о приближенном описании ее предыстории или определении характеристик системы.

В шестидесятых годах известный американский метеоролог Лоренц, изучая особенности циркуляции атмосферы, установил, что атмосфера быстро «забывает» свое начальное состояние. Он оценил глубину ее памяти двумя неделями. Предельная ситуация в этом отношении — развитая турбулентность. В этом случае мы уже ничего не можем сказать о предшествующем характере движения жидкости, о том, из какого состояния возникло наблюдаемое течение. В случаях, подобных развитой

турбулентности, можно говорить, что система полностью лишена памяти.

Приведенное выражение — это, конечно, своеобразный жаргон. Но оно часто употребляется. Поэтому мы должны придать ему такой смысл, чтобы оно не противоречило сказанному ранее. Сделать это нетрудно. Действительно, говоря о «памяти системы», на самом деле мы имеем в виду нашу способность познавать прошлое, восстанавливать те или иные детали некоторого необратимого процесса.

Значит, понятие «память», когда речь идет о неживой природе, означает возможность субъекта (например, исследователя) построить некоторый обратимый (или, точнее, необратимый, но с очень «медленным» ходом времени) процесс, который с определенной степенью точности мог бы воспроизводить изучаемую реальность.

Развитие любого процесса в неживой материи — это проявление ее самоорганизации, саморазвития. И для описания таких процессов нам нет необходимости использовать понятие «информация». Но если речь идет о человеке, которому нужно в силу тех или иных причин воспроизвести процесс в принципе необратимый, изучить его характеристики или сохранить о нем информацию, то он (субъект) использует для этого некоторый другой процесс, который более консервативен, «время которого течет более медленно». Так создаются книги, несущие сквозь бездну лет сведения, изобретается магнитная память и т. д. И наконец, существует система «Учитель», основная цель которой — накопление, сохранение и передача информации. О ней мы подробно будем говорить во второй части этой книги.

Вот в таком понимании термина «память» уже нет противоречия с тем определением, которое было дано выше, и он приобретает достаточную универсальность. Понятие «память» тесно сопряжено с понятием «информация» и вполне «субъективизировано». Говоря о памяти системы или организма, теперь мы уже не будем делать различия между ними — мы всегда будем иметь в виду способность системы сохранять в той или иной степени свои параметры и делать доступной для субъекта (исследователя) возможность использовать информацию о ее прошлом.

Изменение роли и места информации в ходе развития живой природы и общества

По мере развития живой природы и общества, роста

разнообразия и сложности их организационных форм непрерывно изменяется место и значение информации, ее влияние на скорость и другие характеристики единого процесса самоорганизации материи. Проследить все такие изменения не только интересно с исторической точки зрения, но и практически важно для оценки их возможных тенденций в настоящем и будущем.

Необходимость использования информации, ее накопления и хранения, то есть памяти, возникает лишь на определенном этапе саморазвития материального мира. Информация и память неразрывно связаны друг с другом, и при этом память, как мы видели, непрерывно развивалась. И не просто эволюционировала. В ходе развития появлялись качественно новые ее формы, способные воспринимать, хранить и передавать новые типы информации, ранее не игравшие никакой роли в развитии живого вещества.

Вместе с развитием памяти изменялись и способы использования информации. Ее значение и влияние на характер эволюционного процесса возрастают по мере усложнения организационных форм живого мира. Дальнейшее развитие материи, развития жизни требует использования все больших и больших объемов информации, все новых и новых непрерывно усложняющихся знаний. Эти особенности усложнения «алгоритмов развития» все более отчетливо проявляют себя по мере усложнения целей, механизмов отбора, структуры интеллекта и общественных форм жизни.

В результате сложнейшего процесса самоорганизации возникают совершенно непохожие друг на друга формы памяти: генетическая память, память, основанная на обучении по принципу «делай, как я!», система «Учитель». Многие формы памяти нам неизвестны и непонятны. И все они чрезвычайно различны.

В самом деле, в первом случае речь идет о таких способах воспроизведения однородных материальных структур, которые подчиняются определенным и жестким правилам, включающим, в частности, и законы Менделя. Они и ответственны за «редупликацию». (Этим словом называют иногда размножение или воспроизведение себе подобных организмов.) Предполагается, что однажды заведенная биологическая схема начала действовать. Она могла, конечно, время от времени допускать и сбои (мутации). В ее деятельности могли быть и другие помехи, связанные, например, с проявлением на макроуровне принципиальной стохастичности микроуровня и т. д. Но в действии этой машины еще не было никакого

целеполагания. Работу генетического механизма, как я уже об этом говорил, можно объяснить и не прибегая к использованию термина «информация». Ведь здесь еще нет субъекта — носителя определенных целей. На этом уровне еще не сформировались обратные связи, обеспечивающие гомеостазис живого организма.

Примечание. *Последнее утверждение, возможно, и не совсем точно. Я уже говорил о том, что сам факт возникновения генетического кода, вполне определенного и единого для всего живущего на Земле, — это, по-видимому, результат действия некоторого механизма отбора, утвердившего на Земле лишь определенные формы жизни. Я думаю, что этот факт тесно связан с «обобщенным законом минимума диссипации», согласно которому из какого-то числа стабильных состояний отбирается «наиболее экономное» — то, которому отвечает наиболее высокая эффективность использования внешних энергии и вещества. Математические модели эволюции биологических макромолекул, разработанные М. Эйгеном, как будто подтверждают эту гипотезу.*

Механизм генетической памяти, конечно, способствует (совместно с отбором и мутациями) совершенствованию популяций, их адаптации к изменяющимся внешним условиям, но он не дает организму никакой свободы выбора. На уровне этого механизма еще нельзя говорить о качестве передаваемой информации, ибо здесь пока еще не существует той естественной целевой функции, значение которой бы изменялось в зависимости от структуры передаваемой информации. Говорить о качестве информации на этом уровне столь же бессмысленно, как и говорить о «качестве законов Ньютона», — это объективные законы природы, изменение которых невозможно.

Совсем иная ситуация возникает тогда, когда мы анализируем процессы восприятия раздражений, то есть информацию о внешней среде, и выработки ответных реакций, которые обеспечивают гомеостазис конкретного живого организма. На этом уровне уже появляется «субъективность». Восприятия и реакции уже не являются однозначно определенными — они зависят и от качества рецепторов, и от способов распознавания сигналов, и от многих других факторов, связанных с «информационной службой организма».

Генетический механизм передачи информации уже сыграл свою роль — он сконструировал организм, который может функционировать. Однажды возникнув, он дальше уже начинает сам обеспечивать собственный гомеостазис, перерабатывая с

помощью заложенной в него системы управления внешние и внутренние раздражения (сигналы) и формируя свои поведенческие реакции. В этих условиях мы уже вправе говорить о качестве поступающей или, точнее, воспринимаемой информации, о ее значении для поддержания гомеостазиса и, в частности, оценивать по Шеннону способность системы выделять полезный сигнал на фоне помех.

Еще более сложным является механизм хранения и передачи информации, действующий в системе «Учитель». Ведь эта система начала складываться лишь тогда, когда все действия неоантропов стали вполне сознательными и целенаправленными: передавались знания и навыки, необходимые для выживания племени, рода, популяции (что касается возникновения самой системы «Учитель», то, как я говорил ранее, оно носило стихийный характер). И чем более квалифицированным был носитель знаний, опыта, мастерства, то есть сам учитель, тем выше была ценность передаваемой им информации, которая позволяла его ученикам производить все более и более совершенные орудия, эффективнее охотиться и т. д.

Ценность информации, хранимой и передаваемой учителем, проявилась в рождении еще одного своеобразного механизма отбора — морали и нравственности. В самом деле, сама возможность передачи и использования информации с помощью системы «Учитель» диктовала и определенные нормы поведения. Более точно, тот устойчивый стереотип поведения, который формировался на их основе, вероятно, и стал источником морали и нравственности, значение которых для судеб человечества непрерывно возрастает.

На процесс формирования устоев морали и нравственности ушли десятки, а может быть, и сотни тысяч лет. И нормы поведения никогда не были однозначными и неизменными. Со временем они, конечно, изменялись, следуя, хотя и далеко не синхронно, изменению условий существования и характеру знаний.

Однако и их возникновение, и их изменения порождались, подчеркиваю, не целесообразностью, а информацией. В самом деле, если ценность информации определяется качеством поведения, вырабатываемого на ее основе, то это означает, что в игру вступает интеллект. Он сопоставляет, анализирует, делает выводы, принимает решения. Конечно, такие выводы и решения могут быть и ложными, например, суеверия, которым подвержены порой даже вполне интеллигентные люди. Таким образом, целесообразность связана с моралью, с нормами поведения весьма опосредованно.

Здесь мы сталкиваемся еще с одним противоречием, еще с одной нетривиальной особенностью процесса самоорганизации. Бездумные действия безусловного или условного рефлексов, как правило, всегда целесообразны. А вот поступки весьма интеллектуального человека вполне могут быть и ошибочными Они могут быть ложными, наносящими ущерб и самому организму, и его окружению. Другими словами, интеллект сам по себе еще не является гарантом целесообразности.

Объяснить этот феномен совсем непросто. На это! счет я могу высказать лишь два соображения.

Во-первых, изучая рефлексы животных, мы наблюдаем обычно только конечный результат их формирования. Ошибочные формы поведения, подобно вредным мутациям, безжалостно отбраковываются естественным отбором. Их наблюдать мы, по-видимому, просто не способны. Мы можем регистрировать лишь целесообразные рефлексы, целесообразное поведение, которые обеспечивают достаточную устойчивость изучаемого организма Я думаю, что нецелесообразные, вредные рефлексы также могут возникать, но время их проявления столь невелико, что исследователь лишен возможности их регистрировать. Здесь проявляется общее правило, о котором я уже упоминал: мы способны изучать только относи тельно устойчивые объекты.

Во-вторых — и это касается уже человека, его способа принимать решения, — интеллект дает людям возможность не только предвидеть результаты, но и осознать противоречивость их целей, принципиальную многокритериальность их бытия. Ситуация типа «буриданов осел» — это типично человеческая ситуация. Животный мир не знает подобных коллизий.

Объясняется это тем, что человек живет в условиях значительно большей неопределенности, нежели животные, — их не гложут сомнения. Этот уровень неопределенности и является источником не только нетривиальных решений, но и возможных ошибок, когда человек, отнюдь не желая, действует тем не менее во вред самому себе.

Итак, обретя Разум, Человек приобрел вместе с ним не только новые возможности но и новые трудности — трудности выбора способа действий. С одной стороны, вместе с интеллектом он получил удивительную способность предвидеть результаты собственных действий и поступков, возможность создавать и использовать в собственных целях огромные массивы информации — они на много порядков больше тех, которые используют самые «разумные» животные. С другой стороны, эта информация раскрывает перед Человеком сложную противоречивость окружающего мира, понимание которой и

приводит его в плен неопределенности.

Человеческий мозг, усваивая многообразную информацию, сам по себе не в состоянии полностью ее перерабатывать, то есть извлекать из нее достаточно полную и ясную картину происходящих событий.

Эта ограниченность индивидуального интеллекта определяется физико-химическими свойствами мозга и его морфологией. Она проявляется в том, что у Человека возникает представление о «множественности возможных продолжений», которое в сложных ситуациях препятствует ему сделать однозначный выбор. Противоречие, состоящее в том, что мозг Человека способен воспринять значительно больше информации, чем переработать, то есть привести ее в такую форму, которая непосредственно может им использоваться, имеет далеко идущие последствия. Оно приводит к возникновению науки как особой формы накопления, хранения и переработки информации, которая сделалась важнейшей составляющей системы «Учитель».

Примечание. *Обратим внимание на то, что в одном отношении информация подобна пище, которая полезная лишь тогда — в такое время, и в таких количествах, — когда ферменты системы пищеварения организма способны ее переработать, то есть превратить ее в такую форму, которая усваивается клетками организма. Избыток информации может быть еще более вреден, чем избыток пищи. Чрезмерное количество ее может служить причиной потери целостного представления об окружающем и приводить к ошибочным решениям.*

Наука как форма накопления, хранения и переработки информации

Итак, мозг сам по себе — это лишь некоторое физико-химическое устройство, обладающее потенциальной возможностью использования информации. Но для того, чтобы реализовать эту возможность, использовать информацию в интересах «хозяина мозга», нужна определенная организация интеллектуальной деятельности, определенная технология работы с информацией в процессе принятия решений, поскольку любая деятельность человека сводится в конечном итоге к последовательной цепочке разнообразных решений. И мозг только тогда реализует свои потенциальные возможности, когда он сможет овладеть этой технологией.

Для принятия того или иного решения в любой сфере деятельности: технической, политической, военной, научной —

необходима не просто информация, не просто совокупность сведений, которые могут оказаться полезными. Информация должна быть как-то упорядочена, сведена в определенную систему, которая делает ее легкодоступной Человеку. В этой связи иногда говорят о том, что информация должна превращаться в знания.

И действительно, потребность в систематизации сведений и наборов фактов, одним словом, потребность в доступности лавинообразно растущего потока информации постепенно формирует сложнейшую систему знаний, которую мы и называем наукой.

Наука — одна из важнейших составных частей системы «Учитель». Структура системы знаний, принципы ее организации отражают особенности нашего мышления, те алгоритмы переработки информации, которые заложены Природой в наш мозг и о которых сегодня мы пока еще очень мало знаем.

Алгоритмы мышления, научного мышления, в частности, издавна были предметом философского исследования. Так, знаменитый философский принцип, известный как «принцип лезвия Оккама» («не умножай сущностей без надобностей»), отражает, по-видимому, одну из глубинных особенностей интеллекта, всегда стремящегося найти наипростейший способ решения возникающих проблем и описания их смысла на известном и понятном языке.

Вместе с этим естественным стремлением в процессе развития познания и в практике выработались вполне определенные способы отыскания в достаточной степени удовлетворительных вариантов собственных действий. В основе этих подходов лежат не попытки сразу указать (отыскать, найти) наилучшее решение, а желание отбросить, отфильтровать все те варианты действий, которые либо не позволяют достичь поставленных целей, либо позволяют их достичь, но заведомо недостаточно эффективным образом, например, очень дорогой ценой.

Такой подход, такой способ отыскания удовлетворительных решений лежит в основе многих прикладных математических теорий: теории цепей Маркова, динамического программирования Р. Веллмана, метода ветвей и границ и многих других. В физике его иногда называют принципом Родена.

Мышление Человека стремится отбросить в первую очередь все ненужное и найти хотя бы одно, а еще лучше, целое множество удовлетворительных решений. Но это только первый, хотя, может быть, и самый важный шаг анализа. Хорошее, лучшее или даже оптимальное решение рождается позднее из

сопоставления удовлетворительных вариантов. Такова, видимо, природа мышления.

Итак, наука — это еще один способ накопления, хранения и переработки информации (если угодно, еще одна форма памяти). Научные теории и законы можно рассматривать в качестве специальных средств агрегирования информации и методов, обеспечивающих к ней относительно легкий доступ.

Наука наряду с интуицией и ассоциативным мышлением, смысл которых мы еще не очень хорошо понимаем, способствует снижению того уровня неопределенности, с которым неизбежно сталкивается Человек в процессе принятия решений. Все они играют важнейшую роль в человеческой жизни, ибо жизни, как мы уже говорили, всегда сопутствует непрерывная цепь принимаемых решений.

Наука не только накапливает знания, не только создает представление об окружающем мире, в котором мы живем и действуем. Она вырабатывает определенные нормы, открывает законы, то есть правила отбора, которыми должен руководствоваться Человек, анализируя информацию, поступающую в его распоряжение. Наконец, она создает методику и методологию конструирования моделей.

Произнося слово «модель», мы будем понимать упрощенное, если угодно, «упакованное» знание, несущее вполне определенную и ограниченную информацию о том или ином предмете, явлении, отражающее те или иные его отдельные свойства. Модель можно рассматривать как специальную форму кодирования информации. Но это не обычное кодирование, когда нам известна вся исходная информация и мы лишь переводим ее на другой язык.

Модель, какой бы язык она ни использовала, содержит не только ту информацию, которая послужила ее источником и основой, — в модели оказывается закодированными и новые знания, то, что люди раньше и не знали. Можно сказать, что модель содержит в себе потенциальное знание, которое Человек, исследуя модель, может приобрести, сделать наглядным и использовать в своих практических жизненных нуждах.

Для этих целей в рамках самих наук развиты специальные методы анализа моделей. Именно этим и обусловлена предсказательная способность модельного описания. С помощью моделей из старых знаний могут возникать новые. И потому одной из важнейших задач науки наряду с другими: систематизацией знаний, кодированием известной информации, построением на этой основе системы моделей — является создание методов теоретического анализа, то есть

раскодирования, выявления той новой информации, которая потенциально содержится в моделях и приводит к появлению новых знаний.

Наука возникла совсем недавно, можно сказать, почти сегодня, в одном из последних актов процесса развития разумной жизни, ее самоорганизации. Она представляет собой одно из наиболее ярких проявлений информационной сущности современного общества, в котором знания, то есть упорядоченная информация, начинает играть определяющую роль. Стремительное развитие науки в последнее столетие — наглядный тому пример, наглядное доказательство роста того значения, которое приобретает информация в жизни общества, эффективности избранного Природой пути самоорганизации, эффективности «стратегии Природы»!

Появление науки — это, таким образом, еще одна замечательная особенность мирового процесса самоорганизации. Возникшая из чисто практических нужд, наука сегодняшнего дня поднялась до высочайшего уровня абстракции, и потому ее связи с конкретными потребностями общества становятся все более и более опосредованны. Человечество, создавая научные знания, очень часто заранее ничего не может сказать об их прикладной значимости, об их непосредственной полезности, не может предсказать дальнейшие пути развития науки, объяснить причины, побудившие ученого заниматься теми или иными проблемами. Пути науки крайне прихотливы, а если говорить о фундаментальной науке, то мы плохо представляем себе те законы, которые управляют ее развитием. В результате знания обретают самостоятельную жизнь. Возникает самостоятельная ценность знаний, а каждая научная дисциплина обретает собственную логику развития. То есть каждая наука начинает жить собственной жизнью.

Примечание. *Очень часто ученый-исследователь затрудняется ответить на вопрос, почему его интересует это, а не то. И даже если он отвечает нечто определенное, ему далеко не всегда можно верить.*

Суммируя сказанное, я смею утверждать, что если относительно легко заключить, что именно можно было бы рекомендовать тому или иному ученому делать в развитии собственной дисциплины, то очень трудно и даже опасно советовать ему то, чего делать не следует.

Сегодня мы сталкиваемся со своеобразным явлением: знания накапливаются впрок. Они оттачивают нашу интуицию,

содействуют проявлению феномена открытия, порождают спонтанные скачки в нашем понимании окружающего мира. Открытия — это проявление крайней нелинейности процесса самоорганизации информационной базы цивилизации.

Несмотря на известное обособление науки, на опосредованный характер связи фундаментальных исследований с практическими запросами общества, эта связь тем не менее всегда существует. Даже самые абстрактные дисциплины и исследования в конечном счете влияют на стратегические аспекты человеческой активности.

Если в рамках какой-либо дисциплины долгое время не создается новой информации, полезной для общества, для практической деятельности людей, то общественный интерес к ней начинает затухать. Причины ее застоя могут быть самыми разными — то ли это неудачная постановка проблемы, то ли сложность возникающих задач, не поддающихся преодолению существующими средствами анализа, то ли еще что-то. В таких случаях говорят о кризисе научной дисциплины. Я думаю, например, что сегодня в кризисной ситуации находятся многие классические разделы современной математики.

Математика, как и другие науки, возникла из определенных потребностей общества. Или, если говорить более точно, ее развитие стимулировалось этими потребностями. Она отвечала тем представлениям об окружающем мире, которые формировал человеческий опыт.

Сегодня вся ее первооснова начала стремительно меняться. Стали возникать вопросы, совершенно чуждые традиционному пониманию, и появились качественно новые трудности, имеющие своим источником достижения других наук. Примером тому служит предположение о существовании минимального линейного размера в физике элементарных частиц, о дискретном характере пространственно-временного континуума, нарушение временной симметрии, создание компьютеров и многое другое. К тому же по традиционной аксиоматической организации математического знания был нанесен сильнейший удар трудами К. Гёделя, который показал невозможность доказательств непротиворечивости арифметики и ее полноты. Пошатнулись и представления о строгости, которые идут еще от древних греков. Кажется, наконец, что математика теряет свою исключительность, приобретая право на эксперимент (математический — с помощью компьютера), как и другие науки.

Беспомощность аксиоматических методов особенно ярко проявилась в дисциплинах, которые пытаются использовать математические методы для анализа явлений общественной

природы, таких, как, например, теория игр. Огромная сложность реальных задач ставит перед математиками совершенно новые проблемы, исследование которых не поддается традиционным методам. Эти и многие другие факты, которые становятся все более важными не только в теоретических исследованиях, демонстрируют ограниченность того арсенала средств, которым располагает классическая математика. Она оказалась просто не подготовленной для изучения новых прикладных задач: у нас, математиков, для изучения этих новых проблем не оказалось вовремя подходящего инструмента.

Примечание. *Я думаю, что выход из этой кризисной ситуации будет найден на пути синтеза эвристического мышления и той новой математики, в которой не будет места для выражений типа*

$$\lim_{x \to \infty} f(x) = a$$

на пути более глубокого понимания процессов мышления и познания. Подробное обсуждение подобных вопросов выходит далеко за рамки этой книги. Но о кое-каких вопросах, относящихся к этой проблематике, я буду говорить во второй части этой работы.

Среди различных кризисных явлений, непрерывно возникающих в процессе развития общества, особое место сегодня занимает так называемый информационный кризис. Далее речь пойдет о нем и о способах его преодоления.

Об информационном кризисе и компьютерах

Недостаток информации означает, что процедурам принятия решений свойствен высокий уровень неопределенности. В этом случае на формирование решений оказывают большое влияние субъективные факторы (личное мнение того или иного субъекта), которые могут проявиться даже в ущерб объективным потребностям человеческого общества или отдельного коллектива. Однако и избыточность информации также порождает значительные трудности. Так, в наиболее простых случаях избыточная информация оказывается просто бесполезной. Все эти обстоятельства легко прослеживаются на примере системы научных исследований.

Наши знания, как и наша деятельность, непрерывно усложняются. Их объем и то количество связей, которые приходится учитывать в практической деятельности, растут со временем быстрее, чем экспонента. Отсюда нетрудно понять, что если техника работы с информацией остается старой, то новые знания, то есть новая информация, с какого-то момента перестают быть нужными.

В самом деле, для того чтобы сделать что-либо новое (новую конструкцию, новый эксперимент, получить новые знания), приходится достаточно хорошо изучить старое, то есть то, что уже известно людям, ибо иначе не избежать повторов. Исследователь, владеющий лишь старой, традиционной техникой работы с информацией, просто не располагает возможностями за обозримый срок изучить тот передний край научных знаний, от которого начинается путь в неведомое. В такой ситуации ему все чаще и чаще приходится отвечать на вопросы и решать задачи, которые в науке так или иначе уже решены.

И сегодня мы действительно наблюдаем, что количество работ, повторяющих хорошо известные результаты, стремительно растет. Эффективность затрат на новые научные разработки начинает постепенно снижаться.

Другой пример — быстрый рост сложности управления человеческой деятельностью. Так, в системе телекоммуникаций число связей, а следовательно и объем информации, растет быстрее, чем пропорционально квадрату числа абонентов, а число производственных связей из-за усложнения производства и производимой продукции — еще более стремительно.

В итоге управление производственным процессом, который нуждается в изучении и учете всех этих связей, требует все

больших затрат времени. В силу этого в управленческую сферу начинает вовлекаться все большее число людей. Но такая тенденция порождает, в свою очередь, целый ряд новых трудностей: растет число необходимых согласований, число ошибок и т. д., вследствие чего эффективность управления резко падает — растет мера хаоса!

Традиционные методы обработки информации становятся, таким образом, преградой на пути дальнейшего развития научно-технического прогресса.

Есть еще одно важнейшее обстоятельство, ставящее пределы использованию традиционных способов работы с информацией. Техника выходит на такие рубежи, что для обеспечения ее бесперебойного функционирования наука должна разрабатывать совершенно новые принципы обращения с информацией. Например, нам все чаще приходится иметь дело с объектами, прямое экспериментирование с которыми невозможно в принципе. Единственную информацию о поведении подобных объектов могут дать лишь исследования их математических моделей. А сложность этих моделей оказывается такой, что применение для их анализа методов, привычных инженерам или физикам, потребует для получения необходимых сведений о свойствах изучаемых объектов совершенно необозримых затрат времени.

Значит, на определенной ступени развития человеческого общества появляются знания и возможности, которые оно не может уже использовать при нынешней организации трудовой деятельности. Возникает, как говорят, «феномен информационного тупика» — одна из сложнейших проблем нашего времени.

Однако эта трудность в значительной степени (на современном этапе, во всяком случае) преодолевается, причем совершенно неожиданным образом: появляются принципиально новые методы переработки информации, связанные с изобретением электронной вычислительной техники — компьютеров.

Вместе с ними и всем тем вспомогательным оборудованием, которое оказалось необходимым, возникает качественно новая технология работы с информацией, внедрение которой в сферу управления даже в передовых странах мира еще резко отстает от темпов совершенствования технологии производства и производительности труда в промышленности и сельском хозяйстве. Даже при современном уровне автоматизации управленческого труда рост его производительности резко отстает от роста производительности труда рабочих.

В результате происходит неуклонное уменьшение числа занятых непосредственно в производстве и рост числа служащих. Число служащих в промышленно развитых странах выросло за последние 20 лет в 4–5 раз.

В предыдущей главе мы много говорили о машинах, о естественном и искусственном, но пока еще ни разу не упомянули о самом главном изобретении нашего века — об электронно-вычислительной машине. А ведь это изобретение столь же эпохальное событие, как и овладение огнем па заре человеческой истории и создание первого парового двигателя в XVIII веке. Электронной вычислительной машине тоже суждено изменить весь облик нашей цивилизации, как это случилось, например, с паровой машиной.

Употребляя выражение «электронная вычислительная машина», я всегда имею в виду не только быстродействующее арифметическое устройство, которое появилось более 40 лет тому назад, но и весь комплекс электронного оборудования, постепенно возникший в связи с изобретением быстродействующего электронного арифмометра. Это важно отметить потому, что развитие этого комплекса, включающего в себя огромное количество вспомогательного оборудования (дисплеи, принтеры, графопостроители, другие системы ввода-вывода, разнообразные интерфейсы и пр.) и разнообразное математическое обеспечение, качественно изменило само понятие «электронная вычислительная машина» и место этой машины в нашей цивилизации. Эволюция смысла указанного понятия и технология работы с информацией, которая связана с эволюцией компьютера, начинают менять самые основы человеческой жизни и крайне поучительны!

В 50-х годах компьютеры использовались просто как быстродействующие арифмометры. Собственно, для этой цели они и создавались. Первые компьютеры, так называемые электронные машины первого поколения, уже обладали весьма высоким быстродействием, до десятков тысяч арифметических операций в секунду.

Но память их была невелика. Поэтому они позволяли успешно решать задачи, в которых входная и выходная информация была невелика, но требовалось выполнить значительное количество арифметических действий, недоступных ручным арифмометрам. К числу таких проблем относились многие задачи физики, все основные инженерные расчеты и пр.

Но уже и эти свойства простейших «интеллектуальных устройств» значительно повысили эффективность деятельности человеческого мозга. Подчеркну, впервые машины создаются как

помощники не рук человеческих, а человеческого мозга. И уже в самом начале своей истории они сыграли выдающуюся роль в развитии современной цивилизации.

Я думаю, например, что никакая страна мира не рискнула бы запустить человека в космос, не располагая вычислительными средствами, способными не только рассчитать траекторию полета ракеты (это-то как раз можно было сделать заранее и вручную), но скорректировать в случае необходимости момент тормозного импульса по уточненным измерениям параметров орбиты. Подобные вычисления надо уметь производить не только точно, но и быстро. Ничтожная ошибка или задержка в подобных расчетах привела бы к тому, что возвращающийся на Землю Юрий Гагарин приземлился бы не в степях Заволжья или Казахстана, а в горах Алтая или, что еще хуже — пустынях Синьцзяна.

Примерно так же обстоит дело и с ядерным реактором, расчет которого без компьютера крайне затруднителен, а опасность, что вследствие неточного расчета он потеряет устойчивость и превратится в атомный гриб, вполне реальна. Одним словом, уже первые компьютеры при всем их несовершенстве дали могучий толчок развитию разнообразных областей техники и прежде всего космической и ядерной.

В 60-х годах были созданы новые носители памяти, малонадежные ламповые устройства были заменены надежными полупроводниковыми. Все это позволило сделать компьютеры весьма эффективным инструментом для обработки больших массивов информации, ранее недоступных ручной обработке.

Это обстоятельство открыло им путь в экономику и управление народным хозяйством. И с этим фактом связано тоже немало интересных и важных явлений нашей жизни. Внедрение электронной вычислительной техники в промышленность, экономику и сферу управления не только резко увеличило интенсивность промышленного производства, но и создало основу для появления качественно новых технологий и технических конструкций. Оно настолько изменило структуру конечного продукта и, что особенно важно, темпы появления новых технологий, что сегодня уровень технического развития той или иной страны измеряется уже не столько количеством производимого металла или энергоносителей, как в былое время, сколько достижениями в области электроники и информатики.

Однако, на мой взгляд, настоящая история электронной вычислительной техники и ее революционизирующее влияние на общество и формирование его алгоритмов эволюции начинаются с конца 60-х годов, когда появились так называемые машины третьего поколения, или вычислительные системы, основанные на

использовании больших интегральных схем.

Их применение открыло совершенно новые технологические возможности в создании вычислительных систем — особенно в создании вычислительных устройств. Электронная вычислительная техника стала стремительно дешеветь. В результате компьютер, стоивший еще недавно, казалось, астрономические суммы, стал доступен каждому небольшому предприятию. За относительно короткое время стоимость одной арифметической операции уменьшилась во много миллионов раз.

В конце 70-х годов, то есть примерно через 10 лет после появления компьютеров третьего поколения, появилось новое поколение машин, которое принято называть четвертым. Его отличительной особенностью являются персональные компьютеры: дальнейшее совершенствование технологии и «миниатюризация» привели не только к дальнейшему удешевлению вычислительной техники, благодаря чему использование компьютеров стало доступно любому человеку среднего достатка. Из огромных ламповых «монстров», занимавших сотни квадратных метров производственной площади в 50-х годах, вычислительные машины превратились в системы, которые вместе со всеми вспомогательными устройствами могут уместиться на письменном столе. Они стоят значительно дешевле, чем автомобиль среднего класса, и по простоте использования находятся на уровне бытовой техники или пишущей машинки. Но по своим техническим возможностям — скорости вычислений, объему памяти — они значительно превосходят все то, что мы имели в своем распоряжении в период запуска первых космонавтов.

Наряду с персональными машинами четвертое поколение включает в себя и современных «монстров», так называемых суперкомпьютеров. Их производительность достигает уже миллиарда операций в секунду.

Обсуждение проблем развития вычислительной техники в инженерном или экономическом разрезе не является задачей нашей книги. Для нас важны не технические особенности современных вычислительных машин и даже не их экономические характеристики, а те новые возможности, которые они предоставляют для расширения интеллектуальных, мыслительных способностей Человека. И прежде всего те возможности, которые необходимы людям, чтобы разрешить главную проблему современности — конфликт между ним и Природой.

В этой связи надо заметить, что уже машины третьего поколения дали определенные основания надеяться на то, что

дальнейшее развитие вычислительной техники и вычислительных систем сыграет важную роль в решении этой сверхзадачи современной цивилизации и поможет создать качественно новые «алгоритмы эволюции». Попробую обосновать эту точку зрения.

А для этого вернемся к проблеме преодоления противоречий между Человеком и Природой и постараемся понять, почему появление электронных вычислительных машин третьего поколения означает важнейший этап в отыскании путей решения этой проблемы.

Для того чтобы сформировать стратегию во взаимоотношениях Человека и окружающей среды (стратегию Разума), недостаточно традиционных методов, основанных на исследовании отдельных локальных экологических ситуаций. Нам необходимо научиться изучать биосферу как единое целое, исследовать свойства этой сверхсистемы, законы ее развития, ее реакции на антропогенные нагрузки, то есть необходимо научиться оценивать влияние человеческой деятельности на изменение параметров биосферы и тенденций ее изменения как единой системы.

Добиться всего этого с помощью обычных экспериментов, которые используются в традиционных экологических или геофизических исследованиях, мы не можем. Причины такой ситуации почти очевидны.

Во-первых, биосфера — это уникальный объект, существующий в единственном экземпляре, объект, который находится в вечном движении: он непрерывно изменяется. Сегодня он не такой, каким был вчера, а завтра он тоже уже будет иным. В этих условиях обычный (не машинный) эксперимент становится весьма ненадежным средством исследования, поскольку экспериментальное изучение предполагает возможность воспроизведения изучаемых объектов и процессов и многократного повторения и проверки опыта.

Во-вторых, любые эксперименты с биосферой крайне опасны, ибо вполне в силу какой-либо случайности могут поставить человечество на грань катастрофы. Поэтому экспериментирование с биосферой абсолютно недопустимо. Что же тогда остается нам для изучения биосферы как единого целого?

Остаются наблюдения, изучение отдельных более или менее стабильных элементов биосферы, анализ исторического материала. Это тоже немало, и без таких наблюдений и исследований, конечно, не обойтись. Однако этого совершенно недостаточно для решения тех проблем, о которых речь идет в предлагаемой работе. Ведь с помощью только одного изучения

отдельных фрагментов биосферы невозможно составить о ней целостное представление, а изучение истории биосферы не дает необходимых прецедентов. Кроме того, уместно вспомнить то, что я говорил относительно алгоритмов сборки: по знанию свойств фрагментов объекта нельзя обычно бывает предсказать свойства самого объекта. Для этого нужен специальный инструмент.

Итак, располагая лишь теми методами работы с информацией, которые принято использовать в традиционном естествознании и истории, мы вряд ли окажемся в состоянии правильно оценить характер эволюции биосферы в условиях растущей мощи цивилизации. Для этого необходимы качественно новые способы исследования и прогнозирования результатов человеческой деятельности. И здесь без современной вычислительной техники обойтись невозможно. Но даже и с ее помощью составить целостное описание процессов биосферы общепланетарного масштаба и их взаимовлияния представляется трансцендентно трудной задачей, а те методы использования компьютеров, которые сформировались в первую четверть века их истории, вряд ли могут помочь решить эту задачу. Попробуем представить себе, в чем состоит основная трудность.

Для того чтобы использовать вычислительную технику для изучения какого-либо явления или для выбора альтернативы из совокупности возможных решений в практической деятельности, необходимо прежде всего располагать достаточно точным математическим описанием изучаемого явления или анализируемой ситуации, то есть разработать некоторую систему математических моделей.

Дальнейшая традиционная схема применения вычислительных средств для решения сложных физических, технических или экономических проблем, формулируемых практиками на обычном языке (то есть при наличии вербального описания), требует их переформулировки в терминах построенных нами математических моделей. Это позволяет свести исследование к решению серии конкретных математических задач, для чего и используются специальные методы вычислительной математики, позволяющие провести необходимые расчеты с помощью компьютеров. Именно так и решались все проблемы, связанные с полетом человека в космос, с проектированием и управлением ядерным реактором и т. д.

Подобная схема, однако, в ее обычном виде по многим причинам не может быть использована для решения процессов глобального характера, а тем более для управления ими. Во-первых, сегодня мы еще не можем построить единую замкнутую модель биосферы. Для этого у нас просто недостает знаний.

Многие связи, играющие важную роль в биосферных процессах, мы пока не в состоянии формализовать, то есть описать на языке математики. Для их представления мы вынуждены использовать различного вида параметризации, основанные на экспертных оценках.

Во-вторых, даже если бы нам удалось построить единую замкнутую модель, мы не смогли бы сформулировать для этой модели математическую задачу или задачи, которые адекватно воспроизводили бы смысл выражений «разрешение противоречий» или «коэволюция Человека и биосферы», поскольку сегодня мы не можем (и, быть может, вообще не сможем) четко сформулировать этот смысл на языке количественных понятий. Последнее требует самостоятельных и кропотливых исследований с помощью тех же математических моделей.

Таким образом, здесь мы сталкиваемся с ситуацией, в которой объектом исследований оказываются сами цели исследования и их четкая формулировка. А для этого необходимо найти способы изучения самого феномена развития биосферы в зависимости от того, какой будет сама человеческая деятельность.

Другими словами, нам необходимо воссоздать, научиться имитировать с помощью компьютеров различные варианты развития биосферы и его влияния на общественные процессы в зависимости от характера развития этих процессов!

Мы видим, что электронная вычислительная техника нам нужна не только как средство для решения некоторого набора математических задач. Она необходима в новом качестве — как некоторая своеобразная экспериментальная установка, заменяющая натурный эксперимент с биосферой, который, как мы это видели, невозможен.

В машине, во всяком случае, в принципе мы можем представить биосферу в качестве единого целого (с учетом возможных параметризаций). Это будет система моделей, которая станет имитировать реальность. И с этой системой мы уже можем проводить все необходимые эксперименты, открывать новые свойства этой системы, которые мы станем отождествлять (с определенной точностью, конечно) со свойствами биосферы, ее отклик на паши действия. И с помощью этих экспериментов находить приемлемые варианты поведения общества по отношению к окружающей среде.

Но для всего этого нужен инструмент, позволяющий объединить традиционные неформальные методы, использующие аналогию, интуицию, опыт с вычислительными возможностями

компьютера (одних моделей, как я уже говорил, мало). Только на пути такого объединения мы сможем отыскать более точное понимание смысла термина «коэволюция» и способы реализации реальной коэволюции. Других способов нет!

Таким образом, проблемы изучения биосферы и условий гармонического развития биосферы и общества в ней оказываются гораздо сложнее всех тех, с которыми мы сталкивались до сих пор и при подготовке полетов в космос, и при проектировании ядерных реакторов и других сложных технических систем. В последних случаях мы были в состоянии не только создать математическую модель, но и свести анализ и выбор необходимых конструктивных параметров к серии четко поставленных математических задач. Цели исследования нам были заданы заранее.

Итак, вычислительная машина, то есть устройство, способное производить большое количество арифметических операций в небольшое время, вряд ли сама по себе способна (даже при гигантском быстродействии) оказать какую-либо серьезную помощь в решении проблем глобального характера. Машинам двух первых поколений для этого недоставало многого. Вот почему я часто говорю о 70-х годах как о начале настоящей истории электронной вычислительной техники. Ведь именно в эти годы были созданы необходимые технические предпосылки качественно новой технологии работы с информацией. Возможно, здесь лучше сказать даже не «созданы», а «открыты», поскольку инженеры, создавшие вычислительные системы третьего поколения, вряд ли представляли себе, насколько сильно изменят их творения характер дальнейшего развития цивилизации. И это не точка зрения технократа, а трезвая оценка реальности.

Но что же относится к числу этих уникальных открытий современности?

Я об этом уже сказал несколько слов. Это прежде всего устройства для быстрого ввода и вывода информации и ее наглядного представления (ее визуализации) и большой объем оперативной памяти. Сюда же следует отнести, конечно, и современное системное математическое обеспечение, новые специализированные и универсальные языки, предельно упрощающие и ускоряющие программирование, как и любое другое общение исследователя с вычислительной машиной.

О каждом из перечисленных технических и математических усовершенствований, взятом в отдельности, можно было бы сказать лишь то, что оно просто полезно. Но вот, взятые в своей совокупности, превратившись в систему, объединенную с арифметическим устройством, они превратили компьютер в

совершенно новый инструмент познания, благодаря которому стало возможным организовать диалог человек — компьютер. А это, в свою очередь, открывает дорогу для синтеза формальных и неформальных методов анализа. В результате этот синтез означает возможность объединения потенциальных способностей человеческого интеллекта (которые мы даже толком не знаем) со способностью вычислительной машины безошибочно и быстро производить огромное количество логических операций. Обретение этого синтеза я и считаю решающим достижением в разработке той инструментальной основы, которая необходима для теории развития ноосферы и решения возникающих в этой связи практических задач. Без нее невозможен переход от исследований общеметодического и методологического характера к количественным оценкам изучаемого процесса эволюции общепланетарного характера.

Для решения проблем «глобальной экологии», или, лучше сказать, «энвайроментальных» проблем — в русском языке нет подходящего термина, — необходима мобилизация всех возможностей современной науки.

Математика и анализ математических моделей являются, конечно, лишь одной из них. Не меньшую роль играют методы исследования, традиционные для естественных и общественных наук. Огромное значение имеет интуиция, ассоциативное мышление, исторический анализ и т. д. Поддержанные современными методами работы с информацией — банками данных, экспертными системами, они превращаются в весьма совершенные методы познания.

И тем не менее ни одно из этих средств анализа и прогноза, которыми располагает Человек, само по себе не может обеспечить нужный здесь уровень исследований. И прежде всего недостает умения и памяти быстро и точно прослеживать логические цепочки взаимосвязей, необходимых при анализе сложных систем. Кроме того, человеческий мозг плохо приспособлен для проведения большого количества вычислений и т. д.

Вот почему для решения действительно трудных задач, встающих перед человечеством, нужен инструмент, позволяющий объединять все существующие возможности познания. Сейчас еще рано говорить о том, что такой инструмент уже создан. Но появление технических и программных средств, обеспечивающих диалог исследователь — компьютер, позволило увидеть перспективы создания такого инструмента. Работы в этом направлении уже начались, и их интенсивность растет с каждым годом.

Инструментарий, который возникает в результате симбиоза

логики и интуиции, методов, возникших в точных и гуманитарных дисциплинах, наверное, можно будет назвать «объединенным» или «коллективным» интеллектом. Действительно, ведь он дает возможность общения с компьютером не одного исследователя, а нескольких, а также их между собой, причем разных специальностей. Создание подобного инструмента будет действительно новым, качественно новым шагом в развитии средств познания окружающего мира, а следовательно, и цивилизации. Без подобного инструментария решение комплекса проблем, вызванных необходимостью обеспечения коэволюции Человека и биосферы, вряд ли возможно.

Вот почему я утверждал в столь категорической форме, что настоящая история электронных вычислительных машин началась с того момента, когда появились машины третьего поколения и была осознана не только сама возможность, но и перспективы человеко-машинного диалога как нового средства познания, способного существенно интенсифицировать «алгоритмы эволюции».

Традиционное средство познания в естественных науках — эксперимент. Но эксперимент — это тоже диалог; диалог исследователя с Природой (впрочем, любое исследование всегда является диалогом!). Ставя опыт, исследователь задает Природе вопрос, и, получив ответ, то есть получив результат эксперимента, он задает ей новый вопрос, ставя новый эксперимент. И так до бесконечности.

Совокупность полученных ответов после их надлежащей обработки и приведения в систему (в том числе с помощью математики) постепенно превращается в теорию, которая становится однажды руководством к действию, руководством человеческой активности. От таланта исследователя зависит очень многое, ибо, задавая вопросы, он определяет направление поиска. Но не меньшую роль играет, конечно, и качество экспериментальной установки.

Самое главное в оценке эффективности изложенной универсальной схемы исследований — это следующие два фактора: во-первых, количество вопросов, которое задается исследователем, а во-вторых, величина временного шага, неизбежно разделяющего вопросы и ответы. Первая характеристика диалогового процесса определяется способностями исследователя, а вторая — качеством экспериментальной установки.

В процессе организации такого диалога важную роль играют также общефилософские и методологические концепции. Если

исходные посылки ошибочны, то схема диалога может привести к ситуации, которая известна как «поиск черной кошки в абсолютно черной комнате, когда ее там нет». История науки дает нам бесчисленное количество примеров подобного рода.

Итак, любое исследование имеет несколько различных граней. Прежде всего это методологические и мировоззренческие посылки, определяющие стратегию поиска истинных знаний. Затем идет сам поиск, который всегда ведется в режиме диалога. Чем талантливее и опытнее исследователь, тем точнее он ставит вопросы, тем быстрее он идет к цели, которая всегда является прерогативой его (а не электронной машины) интеллекта. Оборотная сторона диалога — это «техника ответа». Она должна не только обеспечить быстрое получение ответа, по и представить его в такой форме, которая удобна исследователю и позволяет ему легко воспринимать новую информацию. Все сказанное относится и к тем случаям, когда эксперименты «в натуре» заменяются анализом математической модели.

По мере развития науки и техники Человек все чаще сталкивается с необходимостью исследования объектов, прямое экспериментирование с которыми невозможно. Это имеет место, например, тогда, когда мы не можем создать на Земле необходимых условий для эксперимента (как, например, при изучении проблемы спуска космического корабля в земной атмосфере), либо когда нам приходится изучать уникальные и весьма быстро изменяющиеся объекты, поведение которых не допускает многократного воспроизведения одного и того же эксперимента.

Взаимодействие Человека и биосферы требует изучения биосферы как одного целого, а она как раз и является подобным объектом. Он удовлетворяет сразу всем трем условиям: любой глобальный эксперимент с биосферой практически невозможен, он крайне опасен и в силу чрезвычайного динамизма биосферы практически бесполезен!

В подобных ситуациях математическое моделирование и экспериментирование с системами математических моделей, которые с определенной точностью воспроизводят (имитируют) реальность, становятся единственным возможным средством анализа. Но такие «машинные эксперименты» будут эффективным средством исследования тогда и только тогда, когда вычислительная система приспособлена к диалоговому режиму.

Исследователь должен иметь определенные и достаточно простые (удобные) возможности задавать вопросы системе, в которой записаны в форме комплекса программ те модели, которые имитируют изучаемые природные процессы, и

достаточно быстро и в наглядной форме (например, в форме графика) получать необходимые ответы.

Дальнейшее развитие диалоговых средств и способов представления информации, повышающих эффективность работы исследователя, я вижу в более глубоком понимании процессов мышления, в понимании того, что необходимо для более полного раскрытия способностей человеческого интеллекта, и создании необходимых для этого технических и математических средств.

Вычислительная техника, которая появилась еще в конце 40-х годов, долгое время такими возможностями не обладала. Мы многие годы воспринимали ее просто в качестве быстродействующего арифмометра. Лишь где-то на рубеже 60—70-х годов мы начали понимать, что это быстродействие может стать залогом совсем новых средств исследования. Мы начали понимать, что такое человеко-машинный диалог и с помощью каких средств он может быть реализован.

В создании необходимых для этого технических средств бесспорно очень велика заслуга инженеров. Но главное в утверждении новой роли компьютеров, на мой взгляд, сделали все-таки математики. Именно они первыми осознали всю важность проблемы и создали то математическое обеспечение, без которого любые инженерные изобретения не могли бы быть использованы на практике.

Так называемое системное математическое обеспечение, специальная организация программ, новая технология построения системы моделей (о которой я еще буду говорить) позволили не только создавать большие системы математических моделей, но и использовать их для решения задач такой сложности, которая казалась непреодолимой еще пару десятков лет тому назад. В частности, только теперь стало доступным изучение с помощью математического моделирования биосферных процессов глобального масштаба.

Сами идеи машинного эксперимента, который сегодня превратился в одно из важнейших средств научной работы не только теоретиков, но и экспериментаторов, зародились в головах математиков уже давно. Они начали обсуждаться еще в те времена, когда никаких диалоговых средств еще и в помине не было, когда компьютеры еще представляли собой малонадежные ламповые «монстры» и были, конечно, совершенно не приспособлены к диалогу.

Одним из первых примеров реализации диалога человек — компьютер была, вероятно, попытка численного решения задачи отыскания экстремума функции, топографическая поверхность которой имеет овражную структуру. Эта схема диалоговой

оптимизации была реализована на ламповой машине БЭСМ-1 в начале шестидесятых годов (см. подробнее: Моисеев Н. Н. Численные методы в теории оптимальных систем. М., 1971, с. 188–190).

Употребляя термин «человеко-машинный диалог», я понимаю его смысл достаточно широко, как любое средство объединения — объединения формально-логического и гуманитарного стилей мышления. Такое объединение включает в себя целый ряд элементов очень различной природы, включая технический, машинный сервис и специальное программное обеспечение и специально для этого вырабатываемую систему процедур, объединяющих усилия специалистов разного направления. Вот это все и призвано помочь нам преодолеть одно из труднейших противоречий современности и создать инструмент, необходимый для выбора «стратегии Разума»!

Современные научные проблемы во все большей степени начинают носить принципиально междисциплинарный характер. Глобальные проблемы являются их ярким представителем: их решение требует участия самого широкого спектра специалистов. А для этого прежде всего нужны общий язык и соответствующие средства работы с информацией.

Необходимый язык дают математические модели или, более точно, такие описания изучаемых явлений, в которых используется язык математики. Техническими средствами становятся современные вычислительные системы, то есть совокупность вычислительных машин, вспомогательных устройств (систем ввода-вывода, графических устройств и т. д.) и соответствующего математического обеспечения, необходимого для решения возникающих математических задач.

И модели, и инструментарий — это все необходимые элементы диалоговой системы. Но их одних еще мало для эффективного получения необходимых знаний.

Как уже говорилось выше, наши средства анализа, наши знания окружающего мира недостаточны для того, чтобы полностью описать происходящее в нем на языке математики. И, по-видимому, на любом уровне развития науки всегда будет происходить нечто подобное, ибо язык математики, как и любой другой язык, не является универсальным. По этой причине наши модели, как правило, не бывают замкнутыми.

Последнее означает, что системы уравнений, соотношений, неравенств содержат величины, которые не определяются в рамках моделей и не задаются начальными условиями. Они должны быть заданы заранее, то есть быть факторами экзогенными по отношению к модели, либо быть подобранными

экспертами в процессе самого машинного эксперимента.

Иными словами, исследование даже относительно простых задач энвайроментального характера и частных проблем не сводится к решению чисто математических задач и требует, как правило, дополнительного исследования содержательного характера. При этом чем сложнее исследования, тем больше возникает неформализуемых ситуаций и тем больше удельный вес содержательного анализа.

Интуиция и рассуждения по аналогии приобретают в этих условиях важнейшее значение. И в то же время по мере усложнения предмета исследования традиционные методы естественных и общественных наук, не использующие технику формального анализа и машинную обработку информации, становятся все более беспомощными, поскольку количество и взаимная обусловленность событий растут столь быстро, что человеческий мозг уже не в состоянии их усвоить и тем более проанализировать.

Таким образом, с возрастанием сложности изучаемых проблем их все труднее сводить к чисто математическим задачам, а нематематические методы становятся все менее эффективными. Выход из этого тупика может быть найден только в объединении этих двух сфер человеческого мышления — строго логической, опирающейся на возможности машинной переработки информации с помощью моделей и методов математики, и неформальной, опирающейся не только на огромный опыт и навыки, но и на чувственное восприятие окружающего мира.

В этом синтезе и рождаются те новые подходы к познанию реальности, которые постепенно открывают нам пути к построению теории развития ноосферы.

Примечание. *Я хочу обратить внимание на несводимость сознания, а тем более творчества, к логике. Процессы творчества, озарения будут для нас еще долго тайной за семью печатями. И тем не менее мы сегодня уже способны помочь реализации творческих планов, творческих актов, создавая человеку условия, позволяющие ему понять его собственные цели. Именно в этом я и вижу основное значение диалоговых комплексов для развития цивилизации.*

Организация сложных междисциплинарных, или, как теперь говорят, системных, исследований представляется мне в форме некоторой сети, в узлах которой находятся «головы» исследователей — биологов, физиков, химиков, экологов, экономистов, способных давать правильные и четкие ответы на

отдельные конкретно поставленные вопросы. А между собой эти «головы», или, лучше сказать, «локальные интеллекты», связаны нитями логических отношений, провести анализ и установить закономерности которых, как и осуществить обмен информацией между «локальными интеллектами», способна только вычислительная система.

Так вот, говоря об осуществлении человеко-машинного диалога, я предполагаю, что реализована система, включающая в себя не только технические средства (вычислительную машину, вспомогательное оборудование), модели и математическое обеспечение, но и совокупность процедур (алгоритмов) работы со специалистами в отдельных конкретных областях знаний, позволяющей этой сети функционировать, то есть использовать ее для получения необходимой информации. Создание технических средств, обеспечивающих нужные связи между узлами сети, достаточно быстрый и удобный обмен вопросами и ответами между специалистами, участвующими в ее работе, появление уникальных машинных языков как основы формализма — все это я считаю началом истинной истории вычислительной техники, которая позволит нашей цивилизации, несмотря на несовершенство и слабость индивидуального человеческого мозга, преодолевать любые информационные тупики.

Сочетание вычислительных и логических возможностей компьютера с интеллектом Человека и с совокупностью всех технических средств, которые делают это сочетание эффективным средством решения сложнейших проблем, стоящих перед людьми, было названо нами еще в конце 60-х годов «имитационной системой». Основой такой системы является модельное описание, представление реальной действительности в вычислительном комплексе.

Мы довольно подробно говорили о целом ряде особенностей современной вычислительной техники, и читателю может показаться, что обсуждаемые в этом разделе вопросы носят специальный характер и лежат в стороне от проблем, рассматриваемых в этой книге. В действительности это не так, ибо теперь речь идет о новых принципах работы с информацией, которые непосредственно влияют на характер «алгоритмов эволюции, а следовательно, и на протекание общего процесса развития на нашей планете.

Мы вступаем в XXI век, цивилизация которого будет пронизана электроникой подобно тому, как организм животного пронизан нервными волокнами.

Сегодня во всех странах много пишут об электронике и ее влиянии на все стороны жизни человеческого общества. Главное

здесь состоит, наверное, в том, что без соответствующего развития вычислительной техники мы не можем рассчитывать на вступление в эру «направляемого развития». Сегодня мы начинаем обретать способность решать сложнейшие проблемы экологической стабильности, завтра придет эпоха генной инженерии…

Процессы естественной эволюции протекали невероятно медленно. Но ведь они тоже были процессами адаптации и стабилизации экологических ситуаций. И разве непрерывное изменение и совершенствование генотипов не может рассматриваться как проявление мастерства генной инженерии — мастерства Природы, которая с помощью механизмов случайных мутаций и последующего отбора формировала организмы, обладающие все новыми признаками?

Деятельность людей имеет, по существу, тот же эволюционный смысл; она лишь бесконечно сокращает время, необходимое для заметных изменений.

В XX веке человечество подошло к необходимости решать проблемы «направленного развития» или проблемы коэволюции Человека и окружающей среды. Однако эти проблемы оказались чересчур сложными для того инструментария, с помощью которого мы решали задачи, традиционные для естественных и общественных наук. Теперь нам потребовались совершенно новые способы работы с информацией. И они появились. Вот почему изобретение электронной вычислительной техники и способов ее использования есть закономерный этап развития — общего процесса развития, который, как и любые его этапы, носит противоречивый, диалектический характер.

Появление новых средств обработки информации, изобретение новых технологий работы с информацией — это такой же закономерный акт самоорганизации материи, как и появление жизни, средств использования энергии Солнца, появление мозга и интеллекта и т. д. Может быть, могли бы возникнуть и иные способы работы с информацией, какие-либо иные вычислительные комплексы, построенные совершенно иначе и основанные на совсем других принципах, — у Природы, вероятно, заготовлено впрок бесконечное разнообразие вариантов развития. Они могли возникнуть несколько раньше или несколько позже. Но не возникнуть они не могли!

Изобретение вычислительной техники и методов работы с информатикой — всего того, что ныне называется информатикой, было необходимым условием дальнейшего развития биосферы и цивилизации, а следовательно, и «прогрессивной» эволюции человечества — это был выход из тупика.

О термине «искусственный интеллект»

В конце 60-х годов сначала на Западе, а затем и в Советском Союзе неожиданно появился и получил широкое распространение новый термин — «искусственный интеллект». Я думаю, что возник он все-таки в научной фантастике, хотя причин для его появления в науке было больше чем достаточно.

Одна из них — своеобразная эйфория от тех вычислительных возможностей и особенно успехов последних десятилетий и перспектив в использовании информации, которыми стало вдруг обладать человечество. Люди обрели возможность рассчитывать сложнейшие процессы, протекающие внутри атома, вычислять характеристики аэродинамических и термических нагрузок, возникающих при возвращении на Землю космических аппаратов, предсказывать характер изменения океанических течений и многое другое, что еще десяток лет назад считалось фантастикой. Большой вклад в эту эйфорию внесло использование компьютеров в бизнесе, банковских операциях и т. д.

Несколько позднее на магнитных носителях стали создаваться банки данных, превосходящие по своим объемам сохраняемой информации крупные библиотеки. Особое значение имеет все нарастающее использование компьютеров в коммерческой, производственной и военной сферах. Сегодня крупная фирма или предприятия, не умеющие использовать достаточно эффективно возможности современных методов обработки информации, не могут долго просуществовать в условиях жесткого конкурентного отбора. Наглядный пример, иллюстрирующий эту ситуацию, — отставание Западной Европы от США и Японии, которое произошло на грани 70-х и 80-х годов. Эти страны не успели своевременно адаптировать свою экономику к тем новым возможностям, которые открыли для производства и управления вычислительные системы, новых поколений.

Похожая ситуация имеет место и в военной сфере. Например, боевая эффективность современного истребителя определяется не столько мастерством летчика, как это было в прошлую войну, и даже не качеством двигателя или планера, а тем электронным оборудованием, которое позволяет пилоту найти цель, выйти на нее, совершить боевой маневр и т. д. Одним словом, качество боевого самолета зависит прежде всего от той электронной вычислительной техники, которая установлена у него на борту и в пунктах слежения и наведения.

И наконец, последнее, что также внесло немаловажный вклад в появление компьютерной эйфории, — роботизация и гибкие

производства (гибкие производственные системы), составляющие фундамент технологической перестройки современной промышленности, они также являются следствием появления вычислительной техники последних поколений. Все это и создало представление о практически неограниченных возможностях, которые открывают электроника и электронная вычислительная техника.

Вторая причина, по моему мнению, состояла в том, что в образе компьютера Человек приобрел машину совершенно нового типа. Любые искусственные орудия, которые до сих пор создавали люди, умножали лишь физическую силу человека или делали его руки более умелыми. Подчиняя себе энергию воды, пара, атомного ядра, Человек становился просто сильнее и сноровистее. Расширялась благодаря этому его ойкумена. Человеку оказывались доступными те формы труда, которые без машин просто невозможны. Но как бы ни был совершенен ткацкий или какой другой станок, он все-таки производит ту работу, которую до него делали руки человеческие. А теперь вместе с компьютером в нашу жизнь вошло устройство, которое нам заменило не руки, а мозг. На первых порах, во всяком случае до 60-х годов, любые компьютеры могли только быстро считать, хотя уже и это, как мы убедились, революционизировало развитие науки и техники и позволило сделать многое, что раньше было недоступно человеку.

Затем электронная вычислительная машина превратилась в систему, которая могла строить графики, рисовать чертежи сколь угодно сложных конструкций, и сделалась необходимым участником всех процессов создания комплексных технических проектов.

Она вторглась и в технологию: появились станки с программно-числовым управлением, возникли гибкие производства. Благодаря компьютерам начали создаваться роботы, которым предстоит качественно перестроить всю производственную основу нашей цивилизации. Постепенно Человек убеждается, что электронная машина может многое делать не только быстрее, но и лучше его.

Все эти факты невольно рождают вопросы о потенциальных возможностях электронных вычислительных машин. Может быть, им свойственны и другие качества, еще не открытые человеком? Может быть, все наши достижения в области вычислительной техники — это лишь первые робкие шаги, а будущее электронных устройств окажется столь же несопоставимым с нашим современным представлением об этих устройствах, как представления первобытного человека о возможностях его

первого орудия — каменного топора — отличаются от реальных возможностей атомной бомбы? Быть может, весь ход современной истории ведет нас к тому, что будут созданы устройства, способные полностью заменить не только руки, но и мозг Человека, и однажды появится всесильный искусственный Разум?

Эти вопросы не случайны. Развитие вычислительной техники происходит со все возрастающей скоростью. Успехи ее потрясающие. И пределов ее развитию пока не видно. Но все это тем не менее, по моему глубокому убеждению, не имеет никакого отношения к термину «искусственный интеллект».

Широкому распространению этого термина способствовала и еще одна причина — содружество моды и некомпетентности. Нередко можно встретить высказывания следующего рода. Утверждается, что вместе с электроникой возникает и новая форма движения материи — искусственно созданный мир вещей, который, обретя интеллект, данный ему Человеком, начнет жить самостоятельной жизнью. Этому новому царству якобы также будут свойственны редупликация и развитие.

Подобные идеи появились сначала, вероятно, у писателей-фантастов. Но позднее они вполне серьезно стали обсуждаться солидными специалистами. Рассмотрим эти идеи несколько более подробно.

Еще в середине прошлого века Ф. Энгельс, занимаясь проблемами классификации форм движения, четко различил три уровня организации материального мира: уровень неживой природы, живую природу и уровень общества. Это различение, как свидетельствует и современная наука, вполне основательно, хотя между уровнями не так уж просто и провести всегда четкую границу, поскольку, как уже говорилось, могут быть и переходные формы. Тем не менее эти уровни качественно отличаются друг от друга.

Переходы от одного уровня к другому сопровождаются появлением новых законов, новых принципов отбора. Но вот теперь предлагается еще один — четвертый — уровень организации материи, — мир, порожденный руками и Разумом Человека! На этом уровне материя перешагивает все былые достижения своего развития, а следовательно, и то, что создано Природой и предшествующей деятельностью людей.

Это означает, в частности, что новой форме организации материи предстоит создать свою собственную «искусственную цивилизацию», свой собственный «искусственный мир». И главным в этом мире станет «искусственный интеллект». Этот интеллект будет не только управлять роботами. Он сделается подобным человеческому интеллекту, обретя способность

познавать окружающий мир и самого себя, ставить цели для своего развития, обеспечивая тем самым свое будущее, свой гомеостазис.

Идея «искусственной цивилизации» в такой гипертрофированной форуме довольно быстро утеряла свою популярность. И никто серьезно в последние пару десятилетий о четвертом уровне организации материи как о новом высшем уровне не говорит. А вот термин «искусственный интеллект» не только утвердился, но и получил весьма широкое распространение. Возникла даже специальная научная дисциплина, имеющая такое название. Появились обширные научные программы и стали проводиться многочисленные конференции, посвященные теории и прикладным аспектам «искусственного интеллекта». Число статей и монографий на эту тему непрерывно растет.

Следует, однако, заметить, что постепенно термину «искусственный интеллект» большинство специалистов стало придавать более ограниченный смысл, связывая с ним последние достижения в работе с информацией с помощью компьютеров. Несмотря па популярность этого термина и его широкое распространение, я лично его считаю (словосочетание «искусственный интеллект») лингвистическим нонсенсом.

Внедрение его в словарь науки является в конечном счете следствием смешения нескольких совершенно различных типов деятельности: действительно широкой интенсивной и очень плодотворной работы в области совершенствования как самих электронных вычислительных машин, так и способов их использования в различных сферах производства, коммерции и науки и деятельности в области популяризации достижений этой техники и ее рекламы.

Последнее обстоятельство тоже играет немаловажную роль. Термин «искусственный интеллект» идет из тех стран, где электронные вычислительные машины стали предметом повседневного спроса. Машина играет в шахматы, причем очень неплохо, ведет домашние счета и вычисляет налоги, обеспечивает разными справками — все это уже вошло в быт средней американской или японской семьи.

Так или иначе термин «искусственный интеллект» утвердился в научной литературе, и с этим следует считаться. Однако важно четко оговорить прагматическое, прикладное значение этого термина. Поэтому употребление его мы условимся связывать только с современной технологией обработки и использования информации.

Надо четко понимать следующее обстоятельство: как бы ни

были велики успехи в создании «интеллектуальных машин», как бы сильно они ни меняли наш быт и, возможно, даже образ мышления, разум человека был, есть и в обозримом будущем останется наиболее высокоорганизованным атрибутом материи — во всяком случае, в окрестности той планеты Солнечной системы, на которой мы живем. Только разум человека способен ставить цели, используя для их достижения различные машины и всю ту фантастического уровня техносферу, которую человек способен создать по его собственному замыслу, для достижения его целей.

Примечание. *Надо заметить, что представление о Разуме как о самом совершенном творении материального мира высказывалось многими мыслителями, как материалистами, так и идеалистами. Оно было свойственно и русской философской, и естественнонаучной мысли. Об этом писал в «Общем деле» философ Н. Ф. Федоров, так считал К. Э. Циолковский. Это представление лежит и в основе учения В. И. Вернадского о ноосфере. Тем не менее вопрос о таком уровне организации материи, который, будучи создан Человеком, обладал бы самостоятельной возможностью прогрессивной эволюции, вполне серьезно рассматривался специалистами, имеющими отношение к развитию вычислительной техники.*

Нам неведомы дальнейшие пути развития материального мира, хотя в какой-то мере мы можем их предсказать на ближайший отрезок времени. И поэтому писателям-фантастам дозволено очень многое. Но наука должна фиксировать достигнутое и формулировать предположения, на которые человек может опереться в своей практической деятельности. И в ее рамках ни сегодня, ни, думаю, в обозримом будущем нет и не будет никаких оснований говорить о возможности появления искусственных систем, которые представляли бы новую, более совершенную форму организации материи.

Проблема искусственного интеллекта занимает сегодня очень большое место в практике создания и использования вычислительной техники. Можно сказать даже больше — прагматический аспект искусственного интеллекта является основой современной информационной технологии. В то же время с этими проблемами связано много вопросов и чисто гносеологического характера. И их трактовка бывает порой весьма неоднозначной. Поэтому мне представляется необходимым еще раз сформулировать свою позицию, хотя для этого и придется повторить некоторые из ранее высказанных

предположений.

Итак, сегодня можно говорить о трех вышеуказанных уровнях организации материального мира. Основанием для этого является их качественное различие. При переходе от одного уровня к другому, более высокому, более сложно организованному, появляются и новые принципы отбора. Так, на уровне живого вещества возникают обратные связи, обеспечивающие гомеостазис организмам. Само собой разумеется, что любая живая система подчиняется при этом и законам физики и химии, то есть этому уровню свойственны и все те принципы отбора, которые существуют — определяют развитие на нижнем уровне организации — в неживом мире.

Появление общественных форм организации материн и становления Разума приводит еще к целому ряду принципов отбора, диктуемых целями и оценками Разума. И во всем этом многообразии принципов отбора огромную роль играет субъект. В самом деле, важнейшими противоречиями человеческого общества являются противоречия между субъектами различных уровней: противоречия между разными странами, социальными группами (прежде всего классами), отдельными индивидуумами; столкновение их интересов, их мировоззрений, мироощущений и определяет их выбор путей развития и практических действий.

Благодаря существованию этих противоречий, требующих непрерывно поисков путей их разрешения, противоречий, которые отражают объективные потребности, и происходит поступательное движение общества. Однако при этом многие субъекты действуют не только вразрез с общественными потребностями, но даже и во вред самим себе, из-за чего возникают застои в развитии общества и его деградация: превалирование субъективного фактора, как это показывает наш опыт, вполне может заставить историю «идти вспять».

Но в любом случае узел общественных — классовых, национальных, религиозных, личностных и т. п. — противоречий определяет совершенно новую структуру путей развития материи, в рамках которой главным двигателем становится стремление к достижению тех или иных целей.

С изложенных позиций следует оценивать и феномен электронной вычислительной техники, и другие, гораздо более совершенные устройства — электронные, даже биологические, которые появятся однажды благодаря гению Человека, если он сумеет выжить на Земле.

Как бы ни был совершенен компьютер — это всего лишь машина, созданная Человеком для его собственных целей, и потому качества любой машины, в том числе и компьютера, будут

оцениваться только Человеком в зависимости от того, насколько они будут полезны ему в достижении этих целей. У машины нет и не может быть никаких собственных целей, ибо машина действует по программе, заложенной в нее Человеком. Тот же автопилот, к примеру, реализует обратную связь, обеспечивает целеполагание. Но ведь это целеполагание заложено в него Человеком, оно обеспечивает достижение целей, необходимых его конструкторам. То же характерно и для сложнейших электронных устройств и роботов.

Поэтому у нас нет никаких оснований считать, что машина сама по себе превратится в сверхчеловека, заявит о наличии у нее собственных целей и, так сказать, «отменит» человечество в качестве преодоленного высшего уровня организации материи.

Мне, конечно, неведомо, какие новые организационные формы потенциально присущи Природе, и поэтому вопросы о том, сможет ли машина однажды мыслить, возможны ли машины, обладающие сознанием, и т. п., я предпочитаю оставить на усмотрение писателей-фантастов. И считаю, что все подобные вопросы пока, во всяком случае, лежат вне науки.

Вместе с тем я уверен, что вычислительная техника и средства «искусственного интеллекта», как бы они ни развивались, все равно по-прежнему будут оставаться плодом рук человеческих и его Разума и по-прежнему будут служить целям Человека. Уже одно это гарантирует, что развитие электронной вычислительной техники не есть формирование некоего нового уровня организации материи. Это всего лишь очередной, хотя сам по себе и очень важный, этап развития человеческой цивилизации.

Кроме того, не мешает вспомнить и о том, как и насколько Человек отличается от всего прочего, возникшего на Земле в ходе процесса развития живого вещества, который длится уже более 3,5 миллиарда лет. По современным данным, мозг человека содержит по меньшей мере несколько десятков миллиардов нейронов — особых живых клеток, каждая из которых представляет сложнейшую конструкцию, не менее сложную, чем современная электронная машина. Как ни ускоряются темпы развития вместе с появлением человеческого мозга, возможности последнего еще далеко не исчерпаны. Сам мозг человека на много порядков сложнее всех тех конструкций, в совокупности взятых, которые он создал до сих пор. И совершенно неочевидно, сможет ли когда-либо мозг человека создать нечто более сложное, чем он сам.

Имитационные системы

и «искусственный интеллект»

Рассмотрим подробнее вопрос о рациональном использовании всего того комплекса средств работы с информацией, в основе которого лежит электронная вычислительная машина, причем основное внимание уделим тому, какое влияние эта новая информационная технология может оказать на совершенствование алгоритмов эволюции.

Условимся считать, что читатель разделяет вместе с автором представление о том, что современный компьютер — это только машина, созданная Человеком в качестве ответа на те или иные наши потребности. И коль скоро она появилась, то одна из наших важных задач — научиться вскрывать и эффективно использовать для нужд человеческих все те потенциальные возможности, которыми она обладает.

Следует подчеркнуть, что за те полтора десятка лет, которые прошли после появления машин третьего поколения, в этом отношении были достигнуты выдающиеся достижения. Миниатюризация конструкций, удешевление элементной базы, появление цветной графики, рост скоростей ввода и вывода информации — это всего лишь технические аспекты нашего продвижения вперед. Главный прорыв, по моему мнению, был произведен теми, кто использовал вычислительную технику. Будем условно называть их машинными математиками, хотя этой деятельностью далеко не всегда занимаются математики-профессионалы. Именно они увидели те возможности, которые заложены в новых технических устройствах, и поняли, что имитация реальности, то есть ее приближенное воспроизведение в машинном эксперименте с математическими моделями, и есть та отправная позиция, которая дает Человеку новый могучий инструмент познания.

Этот инструмент, надо надеяться, однажды позволит Человеку войти в ноосферу и заложить основу научного управления развитием земной биосферы. Решающую роль здесь призвана сыграть концепция имитационных систем, которая возникла еще в эпоху электронных машин второго поколения, а с появлением машин третьего и четвертого поколений получила новые технические возможности своей реализации. Появление первых больших систем имитации и их использование для решения проблем, ранее недоступных Человеку, и есть, наверное, начало той революции в средствах изучения реальности и оценке последствий наших действий, которая существенно облегчит решение глобальных проблем современности.

Об имитационных системах мы уже говорили. Я думаю, что

из всего того арсенала способов использования электронной вычислительной техники, который родился за последние 15–20 лет и относится к понятию «искусственный интеллект», системы имитации являются, может быть, самым важным. Несмотря на мою критику термина «искусственный интеллект», мне кажется, что специалисты в области системного программирования и искусственного интеллекта сужают смысл этого термина. Они говорят в основном о технических средствах и той логике программирования, которая принципиально упрощает все процедуры общения с компьютером. Такие вопросы, конечно, важны, даже очень важны. Но они относятся все же лишь к сервису, необходимому для построения и эксплуатации систем имитации.

И еще одно замечание, которое носит лингвистический характер. В контексте рассуждений об имитационных системах лучше говорить не об искусственном, а о «коллективном» интеллекте. В самом деле функционирование имитационной системы опирается на компетенцию и способности целого ряда специалистов (экспертов), которые являются ее составными элементами — субъектами, ассоциированными с системой. Но еще лучше обходиться вообще без употребления термина «интеллект», ограничиваясь четким понятием «имитационная система» (или «система имитации»), в содержание которого добавляется то, во имя чего создается та или иная проблемно-ориентированная вычислительная система, например, система имитации биосферных процессов Большие имитационные системы, безусловно, являются вершиной, достигнутой учеными в использовании компьютера. И именно с подобными системами я связываю перспективы реализации принципов коэволюции человека и биосферы.

Примечание. *В повседневной жизни более рельефно выделяются другие, гораздо более простые аспекты использования электронных машин: экспертные системы, коммерческие сети, автоматизированные системы управления и многое другое, о чем сегодня говорится и пишется.*

Успехи машинной имитации реальности, возможности человеко-машинного диалога, создание сетей, связывающих не только компьютеры, но и пользователей, дают известные основания для утверждения одной идеи, которая еще сегодня может показаться чистой утопией. Для ее объяснения попробую воспользоваться рассуждением по аналогии.

Человеческий мозг состоит из нейронов, каждый из которых

вряд ли существенно отличается от нейронов мозга других высших животных. Поэтому качественная специфика мозга человека, рождение интеллекта объясняются не совершенством отдельных нейронов, а их системной организацией и, конечно, количеством. Сложность структуры связей между нейронами в человеческом мозге, совершенство способов обмена информацией и объемов перерабатываемых информационных потоков — вот что, вероятнее всего, является причиной качественного отличия человеческого интеллекта от мыслительных способностей животного.

Морфологическое развитие мозга человека прекратилось несколько десятков тысяч лет тому назад. Но это вовсе не означает, что прекратилось совершенствование «интеллекта человечества», если подобный термин имеет право на существование. Связи между людьми, обмен информацией между «локальными интеллектами» приводят к некоторому процессу коллективного мышления, к необычайному ускорению познания, накопления и использования знаний.

Успехи информатики, понимаемой во всем многообразии, обуславливают появление феномена, который я осмелюсь назвать «коллективным интеллектом». Пока что процесс его становления и развития идет в значительной степени стихийно, но, я думаю, не за горами то время, когда сеть человеческих интеллектов — своеобразных «нейронов» коллективного мозга, объединенных с машинными комплексами, сделается предметом специальных исследований, а может быть, и проектирования, так как откроет совершенно новый этап в познании и управлении окружающим миром.

Вычислительные системы и имитация разума

Начать этот раздел мне хотелось бы с одного замечания об удивительной особенности конкретной прикладной деятельности специалистов, создающих крупные вычислительные комплексы. Я буду ссылаться на опыт Вычислительного центра Академии наук СССР, но мне кажется, что все мы, работающие с большими системами имитации, идем в одном и том же направлении, хотя и используем подчас различную терминологию. Уже сейчас я замечу, что наша деятельность последних двух десятилетий невольно подводит к использованию терминов «сознание», «подсознание», «интуиция» и т. д. Далее я постараюсь показать, что такая терминология имеет определенный смысл.

Мы уже говорили о том, что в физике, химии, биологии,

экономике, технике и многих других областях человеческой деятельности часто единственными средствами исследования являются математическое моделирование и машинный эксперимент с помощью имитационных систем. Сегодня уже накоплен значительный опыт работы с подобными системами и уместно делать определенные выводы.

Прежде всего заметим, что, как бы ни были различны задачи, для решения которых создаются те или иные компьютерные экспериментальные установки, в них всегда присутствуют некоторые общие элементы. Очень условно такая универсальность продемонстрирована на рис. 1.

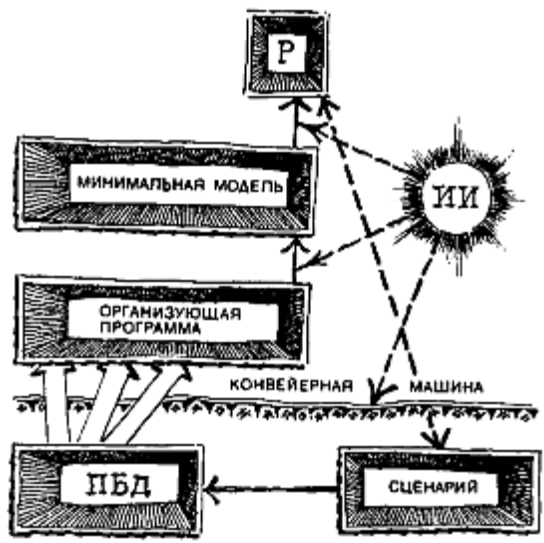


Рис. 1.

Любая имитационная система неким образом интерпретирует реальность. Обычно это делается при помощи двух различных описаний: пассивного банка данных — ПБД и сценариев внешней обстановки. ПБД содержит совокупность сведений об исследуемой системе и параметрах внешней среды (обстановки). Так, например, для системы, имитирующей процессы, протекающие в биосфере, ПБД состоит из числовых значений основных характеристик атмосферы и океана, которые не варьируются в процессе машинного эксперимента. Сценарий описывает динамические воздействия на систему. Он содержит внешние характеристики, влияние которых на моделируемую систему мы хотим изучить. В биосферных моделях сценарии бывают посвящены описанию предполагаемых антропогенных воздействий на биосферу.

Заметим, что пока здесь еще ничего не сказано о самой модели. На начальном этапе мы имеем дело только с «сырой» информацией. И ее переработка, осмысление — это чрезвычайно трудоемкий и длительный процесс.

Внешняя среда через ПБД и сценарий воздействуют на систему, причем информация об этих воздействиях поступает по многочисленным и очень разным каналам. Например, при формировании системы, имитирующей глобальные биосферные процессы, мы должны иметь каналы для обработки информации об атмосфере, океане, появлении облаков, выпадении осадков, образовании снежного покрова, его таянии, состоянии лесных массивов и т. д. и т. п. И на первом этапе эта информация обрабатывается поканально, причем эта обработка может и не быть связанной непосредственно с работой компьютера. На этом этапе возникают различные частные модели, параметризации тех процессов, которые плохо формализуемы (например, образование облаков), разного рода экспертные оценки и т. д.

Этот первый этап обработки информации я назвал этапом «конвейерной машины». Такое название оправдывается тем, что работа с информацией здесь ведется в отдельных каналах, как правило, разными людьми и практически независимо друг от друга. Если этот этап машинизирован и каждый канал обеспечен собственным компьютером, то быстродействие здесь может быть очень высоким за счет распараллеливания операций. Поэтому работа имитационной системы на этом этапе подобна работе многопроцессорной электронной вычислительной машины, работающей по конвейерному принципу.

Но этот этап выполняет лишь предварительные обязанности. И все эти разные каналы поступления информации несут не разрозненные, а взаимосвязанные данные. Наступает момент, когда эти связи должны быть учтены. Поступление новой информации должно прекратиться. Все полученные знания должны быть взаимоувязаны. Начинается новый этап — этап «организующей программы».

Это важнейший этап в создании системы имитации. Он представляет собой не что иное, как набор процедур анализа всей поступившей информации, анализ связей полученных данных по разным каналам и, наконец, что самое главное, выработка некоторой «минимальной модели».

Какими бы мощными вычислительными средствами ни располагал исследователь, как бы ни был он талантлив, его возможности всегда ограничены. Следовательно, сопоставляя цели работы со своими возможностями и результатами анализа полученной информации, он создает модель, то есть описание,

приближенно отражающее определенные свойства изучаемой реальности, особенности изучаемого явления. Вот эту модель я и называю «минимальной». Но, наверное, ее лучше называть «минимаксной», ибо она минимально простая из числа тех описаний, которые в максимальной степени учитывают реальность в рамках тех возможностей, которыми располагает исследователь. Да простит меня читатель за такую тарабарщину. Но такое словосочетание точно отражает то, что происходит на этом этапе математического моделирования.

Заметим, что проблема построения математической модели (лучше даже говорить о системе моделей), годной для использования, весьма нетривиальна: стандартных правил для ее построения просто нет и, наверное, не будет! Требования к описанию очень противоречивы: модель должна быть и достаточно простой, и достаточно точно отражать реальность. Исследователь сталкивается с тем обстоятельством, что для одной и той же совокупности опытных данных можно построить очень много разных вариантов описания. Это — следствие, в частности, того, что мы не владеем никогда вполне точным знанием отдельных фрагментов процесса, кирпичей, из которых строится математическая модель, следствием неточности исходной информации и теми трудностями принципиального характера, о которых я говорил в параграфе об «алгоритмах сборки». Поэтому и окончательные результаты лишены обычной аптекарской точности, а исследователь должен суметь из одинаково неточных описаний выбрать наиболее простое. Данная проблема «практического моделирования» еще не приобрела статуса математической задачи, хотя математики ею уже и начали заниматься.

Следующий шаг — анализ минимальной модели. Так, например, в нашей биосферной модели (созданной в Вычислительном центре АН СССР) мы использовали целый ряд сценариев человеческой активности. В частности, были проанализированы и сценарии ядерной войны, разработанные К. Саганом и его сотрудниками. Расчеты с помощью нашей минимальной модели показали, что все облака сажи, которые образуются в результате ядерных пожаров, постепенно сольются в единое сажевое облако, которое, как одеяло, окутает Землю — всю Землю, в том числе и полярные области. Это и есть результат машинного эксперимента, который нам позволяет увидеть результаты действий людей, если они будут происходить, следуя данному сценарию. Результат изображен на рисунке 1 буквой Р.

Справа от основной схемы изображен круг с буквами ИИ. Это и есть так называемый искусственный интеллект или, вернее, то,

что принято называть этим термином в специальной литературе, то есть новая технология работы с информацией, включающая в себя не только специальные принципы обращения с базами данных и процедуры их переработки, но и вспомогательные программные средства, помогающие исследователю контактировать с вычислительной машиной. Эти вспомогательные средства качественно упрощают проведение машинного эксперимента.

Особую роль в подобной системе играет сценарий. Он призван описывать внешнюю обстановку, влияние которой на систему изучает исследователь, и потому представляет совокупность вопросов, которые исследователь задает Природе: а что будет, если?..

Значит, сценарий определяет важнейшую составную часть пассивного банка данных. Поэтому на рисунке он соединен с ПБД стрелкой. Но одновременно на этом рисунке показана еще одна стрелка, соединяющая сценарий с организующей программой.

Термин «организующая программа» не совсем точен. В этом блоке нет стандартных процедур, которые формировали бы «минимальную модель». Ее создание — это всегда акт творчества исследователя. А он, разрабатывая модель, ориентируется не только на особенности вычислительной техники и технологию математических расчетов, но и на те вопросы, которые задавал в своем исследовании, то есть на сценарий. Для разных сценариев «минимальные модели» могут оказаться разными.

Наконец, на рисунке 1 нанесена еще одна пунктирная линия, соединяющая результат и сценарий. Она означает следующее: получив определенный результат, исследователь может поставить и новый вопрос, то есть внести определенные изменения в сценарий.

Как бы ни были сложны системы, создаваемые для машинного эксперимента, они бесконечно проще систем, предназначенных для принятия решений, то есть выбора альтернатив действия. Система имитации, о которой только что шла речь, предназначалась для исследовательских целей. Но принятие того или иного решения — это выбор альтернатив действия, который мы можем сделать только в том случае, когда мы знаем последствия своих решений. Значит, в основе процедуры принятия решений о выборе альтернатив всегда должен быть некоторый эксперимент, набор альтернатив и способов их сравнения, позволяющий сделать сам выбор.

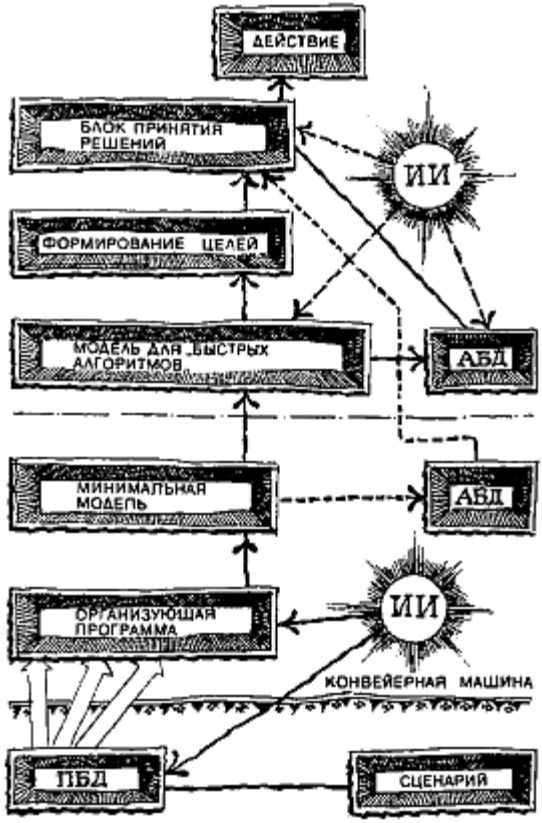


Рис. 2.

Таким образом, вычислительная система, предназначенная для выбора варианта решения, то есть альтернативы действия, необходимо должна содержать в качестве важнейшей составной части систему, способную получать характеристики альтернативы, то есть сценария. Такая система была только что описана. На рисунке 2, с помощью которого я буду давать пояснения особенностей вычислительных систем такого типа, в нижней его части расположена система изучения альтернативы, то есть экспериментальной компьютерной установки, схематично изображенной на рисунке 1.

На рисунке 2 есть и пассивный банк данных, и некоторый сценарий. Так, в системах, которые разрабатываются для решения проблем комплексного развития того или иного региона, в ПБД записана вся информация о регионе, необходимая для построения модели: данные об особенностях его природной среды, производственной деятельности и социальных условиях. Сценарий — это своеобразный заказ региону, определяющий его место в хозяйственной и духовной жизни страны, это один из

вариантов его развития. Этап конвейерной машины также присутствует на этом рисунке: он состоит из частных моделей, выработанных местными организациями или исследователями, которые занимались отдельными частными проблемами (социальными, в частности!).

В таких системах есть всегда и некоторая минимальная модель. На ее уровне уже отфильтрованы все частности и детали: избыток информации столь же вреден, как и ее недостаток, ибо из-за деревьев не видно леса. Поэтому в модели сохраняются только те особенности процессов, которые сравнимы по их числовым характеристикам.

Итак, приняв ту или иную альтернативу человеческих действий, мы получаем возможность оценить ее природные последствия. Но это лишь первый шаг на пути выбора альтернативы.

На уровне минимальной модели появляется новый, очень важный элемент системы — активный банк данных (АБД). При формировании имитационной системы и в процессе экспериментирования происходит изучение реальной системы. Исследователь все глубже и подробнее вникает в ее особенности, познает ее реакции на внешние воздействия. АБД — это хранилище той информации о системе, которое наполняется в процессе ее изучения.

На рисунке 2 я изобразил два активных банка данных, и один из них обозначен пунктиром. Дело в том, что минимальная модель, как правило, достаточно сложная конструкция, и каждый из машинных экспериментов требует довольно большой затраты времени. А на следующем этапе выбора альтернативы нам снова приходится проделывать множество экспериментов, меняя параметры сценариев, и для частого использования эта минимальная модель обычно бывает малопригодна. Поэтому во всех созданных больших имитационных системах всегда наряду с минимальной моделью разрабатывается ее упрощенная версия, так называемая модель для «быстрых алгоритмов». Именно с помощью такой модели и формируется основной информационный массив для его использования в процедурах принятия решений.

Следующий важнейший элемент новой системы — это «блок формирования целей». Это, наверное, ее самый важный блок. Сценарий всего лишь «установка», его недостаточно для назначения целей. В социальноприродных системах не может быть внешних целей — они формируются в недрах самой системы. При этом вырабатывается не одна цель, а целый спектр, часто противоречивых целей. Например, обеспечение предельной

экологической чистоты и чистоты экономически выгодной. Многие цели носят социальную окраску и т. д. Прежде чем составить перечень и ранжировку целей, исследователь должен сделать много прикидок, то есть провести многочисленные эксперименты с имитационной системой, задавая ей вопросы: а что, если?..

Назначение целей — это всегда акт неформальный. Он требует творчества субъекта, хотя теперь и существует достаточно развитая технология анализа возможных целей, способная помочь исследователю более отчетливо увидеть ситуацию.

Следующий важный блок — это блок принятия решений. Он тесно связан с моделью для «быстрых алгоритмов». Я еще раз повторю: минимальная модель — это предельно допустимое по своей полноте описание. Но для формирования замысла или выбора альтернативы развития региона нужны многочисленные прикидки, оценки, нужен массовый эксперимент. Другими словами, нужны «быстрые алгоритмы».

Выбор всегда субъективен. Но он должен основываться на объективных знаниях — должен проводиться с открытыми глазами. И именно благодаря массовому эксперименту с упрощенной моделью создается вариант технического проекта, в котором выбираются технологии, не очень экологически чистые и не сверхдорогие, или программа развития региона, которая оказывается некоторым компромиссом между различными интересами различных групп.

Замечу еще, что любые процедуры формирования регионального проекта развития или выбор варианта проекта нового строительства, связанного с учетом экологических факторов, неизбежно опираются на те или иные способы сжатия множества возможных альтернатив. Поэтому при создании блока принятия решений большое место занимает разработка математического обеспечения, позволяющего облегчить селекцию возможных альтернатив и отбраковку неудовлетворительных вариантов.

Примечание. *АБД, который помещен в нижней части рисунка, связан пунктирной стрелкой с блоком принятия решений. Она указывает на то, что процедуры принятия решений в той или иной степени опираются на интуицию.*

Систему имитации для принятия решений я описал сверхсхематично. На деле, конечно, приходится учитывать различные обратные связи, приходится делать многочисленные уточнения и пересчеты и т. д. Пусть, например, в результате

работы блока процедур принятия решений вырабатывается несколько альтернатив. И они нам представляются эквивалентными, а нужна только одна! Тогда мы снова возвращаемся к минимальной модели. Поскольку она весьма полно описывает изучаемый объект, то мы можем сопоставить свойства альтернатив уже гораздо подробнее, нежели с помощью модели для быстрых алгоритмов.

Читателю может показаться, что я отвлек его внимание на обсуждение вопросов, носящих технологический характер. Это не совсем так. Во-первых, во взаимоотношениях Природы и Человека, в обеспечении их коэволюции огромную роль будут играть системы, позволяющие заменить натурный эксперимент машинной имитацией реальностей. Она — ключ к пониманию многих особенностей современности. Во-вторых, оказывается, что, несмотря на огромное различие в тех задачах, ради решения которых создаются системы компьютерной имитации, эти системы в своей архитектуре имеют много общих черт. Такой факт мне представляется отнюдь не случайным. Он заслуживает серьезного внимания. Попробуем высказать несколько предположений, его объясняющих.

Сталкиваясь с рядом конструкций, созданных Человеком, волей-неволей начинаешь искать аналоги, и прежде всего в явлениях Природы. Не копируем ли мы в своей деятельности процессы, происходящие вокруг нас в живой природе, которая является для Человека, так сказать, естественной школой?

Конечно, в Природе мы далеко не всегда находим образцы для подражания, и в таких случаях рождаются идеи колеса, воздушного винта и т. п. Но затем возникает невольно еще один вопрос, относящийся уже к нашему предмету: а не могут ли существовать некоторые универсальные подходы и к работе с информацией или хотя бы универсальные блоки и схемы? Что об этом говорит Природа?

Анализируя большие системы имитации, системы, в которых в результате переработки огромных массивов информации формируется некоторый определенный способ действий или поведения, невольно задумываешься о возможной аналогии с деятельностью мозга. Ведь мозг — это тоже «конструкция», созданная, правда, не Человеком, а Природой для подобных же целей — для восприятия информации о внешней среде и собственном организме, для ее трансформации в некую модель представлений об окружающем мире и для выработки определенного способа действий.

Другими словами, мозг — это тоже некоторая имитационная система, возникшая в живом мире, следуя потребностям его

носителей, для адаптации живых существ к условиям в окружающей среде. Не следуем ли мы теперь при машинном моделировании внешней обстановки невольно тем же путем, которым уже однажды прошла Природа?

Используя органы чувств, человеческий мозг воспринимает информацию и обрабатывает ее по миллионам независимых каналов. В мозг человека как бы встроена мощнейшая электронная машина, работающая по конвейерному принципу. Ее производительность огромна. Ее быстродействие оценить очень трудно — это но меньшей мере триллионы арифметических операций в секунду. И вся эта информация нужна для построения индивидуального образа окружающего мира — того, что я назвал, говоря об имитационных системах, минимальной моделью.

В деятельности мозга можно выделить два уровня, две качественно разные формы его деятельности: сознание и подсознание. Если говорить образно, то вычислительные системы, создаваемые только для машинного эксперимента, выполняют ту роль, которую при работе мозга человека выполняет подсознание. Но подсознание не ограничивается созданием представления об окружающей обстановке. Есть еще одно важное обстоятельство, которое отличает подсознание нашего мозга от вычислительной системы, создаваемой для проведения машинного эксперимента, — это активный банк данных, присутствующий в каждом человеке.

Я уже говорил о том, что в АБД накапливается информация о прецедентах — об опыте изучения системы (или опыте ее функционирования), если речь идет о системе имитации, создаваемой для выбора способа действий. Затем эти прецеденты — результаты опытов с минимальной моделью — используются в блоке принятия решений в качестве «таблицы обучения», с помощью которой проводится отбраковка негодных решений «по аналогии».

Вероятно, аналогичный процесс идет в реальном подсознании. Там есть свой АБД, где накапливаются прецеденты. Но теперь эти прецеденты выдает не машина, а жизненная практика субъекта. Там же, то есть в подсознании, формируется не только минимальная модель, но и некоторое множество интуитивных решений. Только алгоритмы работы с накопленной информацией никто не придумывает — они являют собой результат длительного естественного отбора — они изначально заложены в мозге каждого человека. Вот почему кибернетические представления В. Я. Сергина о природе интуиции мне кажутся правдоподобными (см. подробнее: Сергин В. Я. Сознание и подсознание. — «Химия и жизнь», 1986, № 10).

Примечание. *Используя термин «подсознание», я вкладываю в него смысл несколько более узкий, чем тот, который после работ Фрейда стали использовать в литературе. Подсознанием я называю ту составляющую информационной системы человека, деятельность которой (образ окружающего, интуитивное представление, ассоциации и т. д.) не контролируется сознанием.*

Все, что относится к работе с минимальной моделью, следует уже относить к прерогативе сознания. Именно там возникают способы «сознательного» анализа модели, то есть внешней обстановки, там возникает наука. Процессы работы с информацией на этом уровне становятся гораздо более медленными, чем на уровне подсознания, где действовали автоматические алгоритмы, приобретенные генетическим путем или собственным опытом (например, рефлексы). Это и понятно. Перед сознанием стоят иные и куда более сложные задачи: формирование целей и выбор альтернатив собственных действий. На этом этапе уже отсутствует «естественное распараллеливание» процедур обработки информации. Для решения подобных задач уже недостаточно естественных возможностей обработки информации — нужно аналитическое мышление, нужна логика, нужна наука.

Изобретается компьютер, а вместе с ним и новая технология работы с информацией, которая по какому-то недоразумению стала называться «искусственным интеллектом».

Большие имитационные системы, то есть проблемно ориентированные вычислительные человеко-машинные комплексы, вероятно, не случайно напоминают мозг человека по своей архитектуре. (Разумеется, они бесконечно проще мозга с его многими десятками миллиардов нейронов, каждый из которых сам представляет довольно сложную конструкцию.) Такова логика развития, таковы «алгоритмы эволюции». Человеческий мозг, создавая большие имитационные системы, вероятно, следует по тем же эволюционным каналам, которые однажды были уже пройдены Природой при создании мозга.

По-видимому, до поры до времени живым организмам хватало только подсознания. И уже эта система была удивительно сложна. Обратим внимание лишь на два обстоятельства, которые это характеризуют.

Во-первых, информация, обрабатываемая в мозге при помощи «конвейерной машины», на определенном этапе должна быть приведена в порядок — надо было на ее основе вырабатывать «минимальную модель», то есть представление об окружающем

мире и о себе самом.

Говоря о работе мозга, мне хочется этот этап усвоения информации назвать не управляющей программой, как я это сделал при описании системы для машинного эксперимента, а этапом сна. Во время сна поступление новой информации временно прекращается, происходит ее осознание, выясняются и устанавливаются определенные связи. Кроме того, вырабатываются определенные команды, которые не требуют работы сознания и идут по генетически заложенным алгоритмам. И, наверное, можно понять то, почему долгое лишение сна приводит к смерти. Ведь мозг, не имея возможности создавать представление о состоянии своего организма и внешней среды, не может дать необходимых управляющих команд.

Второе, на что мне хотелось бы обратить внимание, — это универсальность такой системы обработки информации, которую я назвал подсознанием. Для решения каждой новой проблемы мы сегодня создаем специальную имитационную компьютерную систему. Природа не могла допустить такой «ресурсонесберегающей технологии» обработки информации: мозг может быть создан только один раз и должен использоваться всю жизнь, какие бы неожиданные задачи ни вставали перед Человеком. Не подскажет ли нам изучение этой особенности мозга пути для создания нового математического инструментария, который мы с полным правом сможем назвать искусственным Разумом? А может быть, мы стоим на пороге открытия нового «колеса», неизвестного Природе, которое состоит в умении быстро создавать специализированный «мозг», способный в данных конкретных условиях действовать эффективнее системы, созданной в результате длинного эволюционного пути?

Давайте подытожим. До поры до времени жизнь, вероятно, обходилась лишь системой подсознания, то есть наборов стандартов поведения. Но вот потребовалось решать новые задачи, например, создавать и использовать искусственные орудия. Постепенно как средство адаптации начало формироваться сознание, необходимое для поиска оригинальных решений, наполнения своего мозгового АБД нестандартными ситуациями, что бесконечно расширило возможности интеллекта и интуиции. Для этого понадобилась не только наука, но и искусство, поскольку обращение к интуиции — очевидная апелляция к подсознанию. Возникли и первые системы имитации — речь, письменность, картины…

Мне трудно сказать, насколько такая трактовка архитектуры системы, обеспечивающей процессы мышления, интересна для

физиологов, но нам, специалистам в области информатики, она дает новые аналогии и новые интерпретации, которые могут оказаться полезными для решения чисто практических задач.

К такой трактовке мышления я шел двумя путями. Один из них изложен в этом параграфе. Он основан на анализе опыта большого и талантливого коллектива Вычислительного центра Академии наук. Главным для меня было стремление понять, если так можно сказать, «логику коллективной интуиции». Но был и второй путь. Он шел от тех взглядов на процессы развития, самоорганизации, которые я пытался объяснить в этой книге, от стремления увидеть Логику самоорганизации. И оказалось, что логика развития имитационных систем — логика с маленькой буквы, которую я описал в этом параграфе, имеет удивительно много общего с Логикой. Волей-неволей в науке выстраивается некоторая иерархия представлений и конструкций, как будто наш Разум, обретя наконец возможность, торопится повторить все то, что он уже прошел сам в своем совершенствовании длительным путем мучительной эволюции, тянувшейся миллионы лет.

Заключение к первой части

Эту часть книги я назвал «От стратегии Природы к стратегии Разума». В ней я хотел утвердить ту точку зрения, согласно которой развитие материи на всех ее уровнях регулируется общими законами самоорганизации. Эти законы усложняются, видоизменяются при переходе от одного уровня организации к другому, но тем не менее их общая схема сохраняет много общего. Эти законы образуют, так сказать, внутреннюю логику процесса развития — «стратегию Природы».

В ходе развертывания этого процесса достигается не только усложнение организации материального мира и рост разнообразия организационных форм существования материи. Вместе с ними возникают и новые противоречивые тенденции. И диалектика развития такова, что каждое новое «действие» порождает и новое «противодействие». Тем самым перед Природой постоянно возникает необходимость поиска новых путей развития, разрешения все новых конфликтов (противоречий). Основное содержание этого процесса мы всегда можем трактовать как отыскание возможных компромиссов — об этом я уже говорил. Эти компромиссы порождают новые формы организации, несущие новые противоречия. И так до бесконечности.

На определенном этапе развития жизни для носителя Разума — Человека — становится необходимым, жизненно необходимым

направляемое развитие. Именно для Человека. Стратегия Природы — это стратегия самоорганизации, она не имеет приоритетов, но не стратегия Человека. Он нуждается в стратегии Разума. И он, Человек, уже осознает это противоречие. И, принимая стратегию Природы, ее законы, в рамках которых протекает его бытие, он получает право выбора, право сознательных действий. И на основе этого права Человек должен стремиться использовать стратегию Природы, ее законы и свои возможности для создания условий, гарантирующих дальнейшее развитие рода человеческого.

В этом и состоит стратегия Разума — стратегия развития биосферы во имя Человека на основе стратегии Природы. И ее формирование — это суперзадача современной цивилизации.

Но для создания стратегии надо по меньшей мере знать, к чему следует стремиться, знать цели, соразмеренные с нашими возможностями, то есть быть способными их достигнуть.

Сегодня мы еще очень далеки от понимания наших глобальных (да и локальных тоже) целей. Надо добавить, что и наших возможностей — тоже! И тем не менее я глубоко убежден, что человечество уже способно вступить на «тропу войны» за наше общее будущее.

Заметим, что, хотя мы и не знаем точно, что мы должны хотеть, к чему стремиться, мы уже знаем много о том, что делать недопустимо. И прежде всего нельзя нарушать экологическую стабильность, нельзя создавать условия, которые смогли бы оказаться началом необратимой перестройки окружающей среды. Значит, одной из основных составляющих стратегии Разума является экологический императив. Его появление — новая особенность современного мира, и Человеку еще предстоит ее осознать!

Кочевник былых времен вписывался в естественные циклы биоты: когда его скот съедал траву на одном месте, на одном пастбище, он уходил на другое, а за это время то пастбище восстанавливалось. Нам же уходить некуда! И мы не можем ждать, чтобы успел восстановиться загаженный участок Земли. Ойкумена — область обитания Человека, охватывает сегодня всю пашу планету.

И перед лицом этой реальности Человек однажды должен осознать, что нельзя вечно эксплуатировать единожды данный Природой ограниченный запас средств к существованию! Вот почему неизбежен тот момент, когда Человек будет вынужден принять на себя ответственность не только за свою судьбу, но и за судьбу планеты, ибо это и есть его судьба.

Итак, дальнейшее развитие общества должно будет

происходить в условиях экологического императива. Но сможет ли современное общество его обеспечить?

На этот вопрос нет однозначного ответа. Риск в развитии цивилизации был, есть и будет. И нам придется приучить себя к мысли о необходимости жить под его бременем. Но это означает лишь одно: человечеству необходимо научиться предельно снижать этот риск. Н один из ключей к этому поиску — наука, специально поставленные исследования, которые откроют нам глаза, помогут уяснить смысл понятия «Запретная черта», то есть условия экологического императива.

В этой части книги я постарался показать, как в процессе естественной эволюции жизнь — живая материя начинает приобретать способность оценивать свое будущее, результаты своей активности. В последней главе, посвященной компьютерам и их использованию, я постарался объяснить, как возникло качественно новое средство сведения воедино разнообразных знаний, необходимое для создания целостного представления об окружающем. Без вычислительной техники все это невозможно — невозможно конструировать новые «алгоритмы эволюции».

Таким образом, система математических моделей, имитирующая жизнедеятельность биосферы или ее фрагментов, является необходимым и важнейшим элементом теории развития ноосферы.

Проблемам этой теории должны быть подчинены основные условия естественных наук. Энвайроментальные (экологические) исследования, то есть исследования взаимоотношения цивилизации и окружающей среды, постепенно превращаются в первую задачу современной науки, и эти исследования требуют новой научной парадигмы: главная трудность порождается здесь тем, что цели развития того организма, который должна представлять собой ноосфера, ставятся в рамках развития самой ноосферы, ставятся Человеком — одним из ее элементов.

Развитие и противоречивость общества, непрерывное изменение состояний биосферы приводят к тому, что цели развития и условия коэволюции Человека и окружающей среды также все время изменяются. Сегодня они одни, а завтра с открытием новой технологии могут быть уже существенно иными. Можно ли в этих условиях говорить об их объективности?

Ответ непрост, поскольку объективно лишь саморазвитие материи и множественность путей реализации потенциальных возможностей Природы и общества. Но, как только появляется Разум, возникает и его носитель — субъект. Его сознание отражает те или иные стороны бытия, и ему недоступно знание всего множества «возможных продолжений».

Однако субъект способен производить отбор, предвосхищать (с определенной точностью) будущее. И цели, которые он ставит, то есть принципы отбора, которыми он руководствуется, являются субъективными, отражают то представление о «желаемом будущем», которое выработало его сознание.

Способные (в принципе) установить требования экологического императива, естественные науки не могут дать ответа на самый трудный вопрос: а сможет ли человечество, даже зная «Запретную Черту», найти в себе силы преодолеть традиционный жизненный уклад и создать то общество, которое будет способно к дальнейшему развитию на оскудевающей планете, обремененное к тому же условиями экологического императива?

Попытке подойти к обсуждению этого вопроса и посвящена вторая часть этой книги.

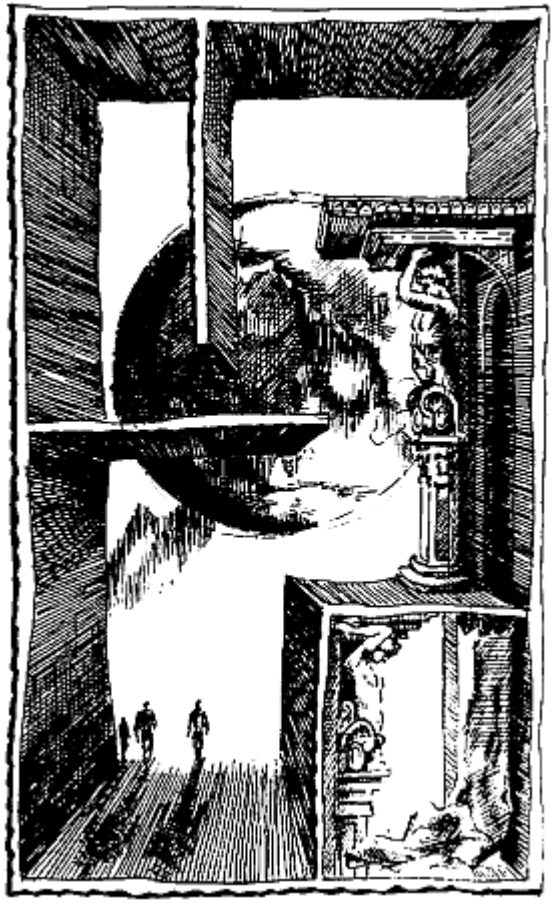
Часть II
эволюция
в грядущих
десятилетиях

И вот свершилось, рок принял грезы,
Вновь показал свою превратность —
Из круга жизни, из мира прозы
Мы выброшены в невероятность.
В. Брюсов

Часть II *Эволюция в грядущих десятилетиях*

И вот свершилось, рок принял грезы,
Вновь показал свою превратность —
Из круга жизни, из мира прозы
Мы выброшены в невероятность.

В. Брюсов



Встреча с современностью

Тенденции нынешнего столетия разнообразны и противоречивы. Нарастающая мощь цивилизации рождает не только эйфорию техницизма, но и понимание опасностей, которые с ней связаны. Происходит медленное осознание необходимости общепланетарного единства, которое, однако, соседствует с расширением зон, где региональные распри и клокочущая ненависть способны смести и сметают тонкий налет цивилизации и готовы ввергнуть народы этих регионов в пучину средневекового невежества и фанатизма.

Высочайшие взлеты человеческой мысли, разнообразие и утонченность культуры и рафинированный гуманизм, обретенный к концу XX века, уживаются с разгулом низменных страстей, наркоманией и невиданным ростом терроризма, который использует самые последние достижения техники. И все эти противоречивые процессы развиваются на фоне колеблющегося равновесия противостояний Восток — Запад и Север — Юг. Куда склонится чаша весов? Какими мы вступим в XXI век? Какова будет наша способность повлиять на ход событий и сумеем ли мы выбрать правильное направление? И вообще, к чему следует стремиться и каковы возможности общественного сознания и общественной воли?

Многие и многие подобные вопросы стоят сегодня перед нами. Они — предмет трудных, а порой и мучительных раздумий интеллигенции Востока и Запада. О подобных проблемах, конечно, задумывались и раньше, но характер этих размышлений в конце века двадцатого очень мало похож на то, что происходило в интеллектуальной жизни восьмидесятых годов прошлого века. Тогда были четкие доктрины и системы взглядов, часто резко противостоящих друг другу. Они не оставляли и места для сомнений у тех, кто им следовал. Классовая борьба или классовый мир во имя благополучия определенной группы людей. Большинства или меньшинства — это зависело от точки зрения субъекта или его принадлежности к тем или иным социальным группам. В конце прошлого века мало кто сознавал, что традиционный ход общественного развития — это все ускоряющийся бег к пропасти, несущий трагедию для Homo sapiens как биологического вида. А провидцы, подобные Н. Ф. Федорову, создававшие «философию общего дела», серьезно не воспринимались, подобно поэтам, которые, приветствуя революцию, вопрошали: «…в огне ль на дыбе погибнет старая Европа?»

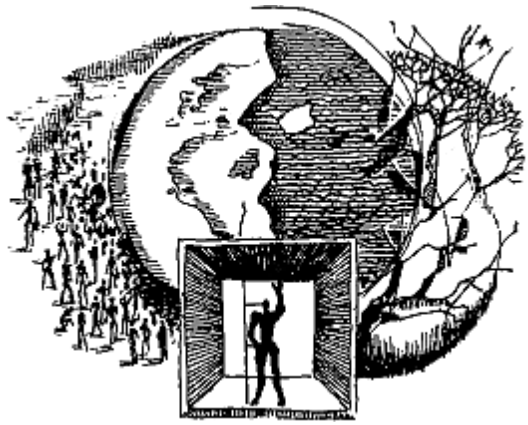
Сегодня от этой определенности не осталось и следа. При всем многообразии различных направлений политической, философской и социологической мысли постепенно исчезает их привычная поляризация. Границы между течениями часто размываются: у них возникают общие составляющие. Интуитивно осознаваемая неизбежность «общего дела» деформирует привычное идеологическое противостояние, лишает эти течения религиозной непримиримости. Стремление разобраться «по существу» с тенденциями современного развития с предельно малой апелляцией к «догматам» той или иной политической «веры» прошлого столетия ощущается повсюду. Но это требует надежных отправных позиций, твердой опоры з современной науке и новых возможностей научного анализа.

Первая часть этой книги как раз и содержит описание той системы взглядов, которая служит автору в его попытках заглянуть за горизонт сегодняшнего столетия. Я ее иногда называю «физикалистской», поскольку она сформировалась в той школе системного мышления, которую представляет собой современная физика. В действительности же это эволюционный, если угодно, «исторический» подход, основанный на представлениях о единстве процессов, протекающих в нашем мире, и на материалистической диалектике развития.

Во второй части книги я собираюсь предпринять попытку на этой основе представить себе некоторые черты процессов общественного развития в ближайшие десятилетия — попытку увидеть, каким может стать общество в перспективе этих десятилетий и каковы его потенциальные возможности создать ту стратегию Разума, которая, казалось бы, должна быть следствием стратегии Природы. И вообще понять, может ли такая стратегия возникнуть в условиях той противоречивости наблюдаемых тенденций, о которых я упомянул в этом введении. И наконец, высказать некоторые общие соображения о тех механизмах «глобальной перестройки», которая, по мнению автора, неизбежна.

Разумеется, все мысли этой части — лишь некоторые фрагменты. Их еще рано вкладывать в единую систему. Это лишь первые мазки на холсте возникающей картины, многие из которых будут потом стерты или закрашены.

ГЛАВА I
Мир на границе тысячелетий



Конвергенция или плюрализм социальных систем?

Любая стратегия общественного развития должна опираться на некоторые исходные посылки. И главная из них — это какое-то изначальное представление об ожидаемой структуре общества и того набора действий, если угодно, «инструментария», которым оно может располагать для выбора возможного сценария развития и его реализации.

И первым из этих отправных положений должно быть, вероятно, представление о социально-политическом устройстве мирового сообщества в течение тех десятилетий, которые следует назвать переходными. Это будут десятилетия, которые смогут стать поиском путей перехода общества в эпоху ноосферы, а могут оказаться и все ускоряющимся маршем к пропасти. Третьего не дано! Ну и, конечно, представление о том, какой мы можем ожидать структуру общества самой эпохи ноосферы, которая наступит, если человечеству удастся преодолеть все трудности, стоящие на пути ее становления.

В силу своего воспитания, традиций семьи и народа мне бы очень хотелось произнести фразу: «Общество в эпоху ноосферы будет обществом социалистическим». Но я думаю, что такое утверждение было бы не полным, сколь бы широко мы его ни трактовали. Его неполнота следует в какой-то степени и из рассуждений предыдущей части этой книги. Понятия «социалистическое общество» и «общество эпохи ноосферы» — не

синонимы!

Для того чтобы человечество могло вступить в эпоху ноосферы и обеспечить тем самым свое будущее развитие, необходимо, чтобы оно обрело способность так регулировать и направлять свои действия, чтобы они не нарушали условий экологического императива. Но этому требованию могут, вероятно, удовлетворять самые разнообразные формы общественной организации и производственной деятельности.

Такое утверждение, конечно, является гипотезой. Вот почему я думаю, что одним из новых фундаментальных направлений общественных наук должно стать изучение возможных рациональных форм организации общества. Употребляя термин «рациональная общественная организация», я имею в виду ее способность обеспечить коэволюцию Человека и биосферы. Жизнью, самой судьбой человечества перед наукой ставится беспрецедентная задача — описать те требования, которым необходимо должны удовлетворять организация человеческих сообществ и мировая организация в целом, способные обеспечить это гармоническое развитие. Прежде всего необходимо!

Вот такие структуры я и буду называть рациональными, и только о них будет идти дальше речь.

Закон дивергенции — рост разнообразия и сложности организации материи в процессе ее самоорганизации, который и был лейтмотивом первой части этой книги, носит, как мы это видели, универсальный характер. Он — следствие стохастичности мира и действия механизмов бифуркационного типа. И он столь же справедлив для процессов эволюции общественных структур, как и в эволюции живого вещества и мира неживой материи. История XX века удивительно четко иллюстрирует его справедливость.

Во-первых, на планете возник качественно новый общественный уклад, который принято называть социалистическим. В его рамках сегодня живет уже более полутора миллиардов людей. Но обратим внимание на то, сколь различны, сколь не похожи друг на друга структуры общественной, политической и производственной деятельности в странах социализма. Насколько отличается социализм в Китае от социализма в СССР, а тем более от социализма в Венгрии или ГДР. Вспомним, к каким трагическим последствиям приводили попытки унификации общественных структур, недостаточная их согласованность с конкретными условиями жизни людей, их манерой жить и работать.

Утверждать, что социализм (если его представлять как систему, в которой преодолено противоречие между

общественным характером производства и частным характером присвоения, то есть систему, где средства производства — общее достояние) является системой рациональной, а тем более единственно рациональной организационной структурой, было бы неправомочно. Для того чтобы обеспечить рациональность в указанном выше смысле этого слова, все социалистические системы, по-видимому, должны быть еще существенно усовершенствованы. Перестройка, которая происходит сейчас в ряде социалистических стран, направлена пока на повышение эффективности в экономике, на улучшение социального климата и т. д. Что же касается проблем коэволюции Природы и общества, то они еще остаются за кадром перестройки, а в XXI веке эта проблема будет главной.

Появление социалистического уклада, как мы теперь это знаем, вовсе не исключило капитализма как одну из форм организации общества. Капиталистический способ производства, несмотря на целый ряд кризисов, которые встречались и встречаются на его пути, также достаточно прочно стоит на ногах, демонстрируя по целому ряду направлений удивительную жизнеспособность. И так же, как и мир социализма, капиталистический мир поражает разнообразием своих организационных форм.

И происходит это, несмотря на рост производственных, культурных и прочих связей, несмотря на то, что планета опоясана компьютерными сетями, позволяющими без участия людей переводить капиталы из одной части планеты в другую, отдавать производственные и политические распоряжения, получать самую разнообразную информацию, игнорируя любые политические и географические границы, и т. д. Капитализм в США и Японии, например, очень не похожи друг на друга. Жизненные уклады и структура частного предпринимательства при всех заимствованиях и контактах продолжают оставаться разными, и тенденции к унификации не очень велики.

Несмотря на все разнообразие, вряд ли какие-либо из организационных структур современного капитализма можно было бы отнести к числу рациональных, то есть способных обеспечить переход общества в эпоху ноосферы, — они ориентированы на решение совсем других проблем. Но это утверждение вовсе не означает, что при соответствующей перестройке, так же как и общественные структуры, основанные на социалистическом способе производства, они не смогут обеспечить совместное развитие Природы и общества. Любые категорические утверждения здесь очень опасны!

Другими словами, я полагаю непротиворечивым утверждение

о том, что и капитализм, и социализм смогут найти такие формы своей организации, которые окажутся способными обеспечить переход человечества в эпоху ноосферы. Но при этом конвергенции капитализма и социализма происходить не будет, я ожидаю дальнейший рост разнообразия организационных структур.

Теория конвергенции капитализма и социализма была одно время весьма распространенной на Западе. Дай сейчас она имеет довольно большое число сторонников. Я убежден в ее ошибочности — это следует из того общеэволюционного анализа, которому посвящена первая часть этой книги, из закона дивергенции, в частности. Никакой «сходимости» социализма и капитализма, как мне представляется, не произойдет. Однако такое утверждение требует еще весьма существенных комментариев.

Политэкономические учения обычно рассматривают эти системы в их чистом, рафинированном виде, вне их конкретной организации, без учета механизмов управления производственной деятельностью и социальных условий и социальной защищенности, в частности. А разнообразие существующих форм организации капиталистического и социалистического способов производственной деятельности все время растет. И может статься, что четкую грань между некоторыми из их реализаций, особенно в условиях экологического императива, провести будет очень непросто, как между жизнью и нежизнью, о чем я говорил во второй главе предыдущей части. С этим обстоятельством нельзя не считаться при обсуждении тех или иных сценариев будущего развития.

Тейяр-де-Шарден в последней части своей знаменитой книги «Феномен Человека» — части, которая называется «Сверхжизнь», говорил о единении человечества и его слиянии в точке Омега. Мне кажется, что тейяровская «сверхжизнь» окажется куда сложнее. Я еще вернусь к этому вопросу и расскажу о моей интерпретации грядущего «слияния». Но сейчас я не хочу заниматься футурологией и говорить о будущих столетиях. Меня интересует современная реальность. А она такова и такой, вероятно, останется в ближайших десятилетиях, особых тенденций в унификации политических и социальных систем не видно.

Диалектика общественного развития такова, что оно представляет собой сложное сочетание двух противоположных процессов… С одной стороны, мы являемся свидетелями интегративных процессов, порождаемых прежде всего научно-техническим прогрессом. Они порождаются и развитием средств

связи — появлением космической связи, в частности, позволяющей устраивать телемосты и телеконференции, появлением компьютерных сетей и многими другими средствами передачи и распространения информации и, наконец, просто контактами людей.

Но главный двигатель интегративных процессов — это экономические факторы, развитие новых технологий и международное разделение труда. Вместе с туризмом, который тесно связан с процессами экономического характера, в последние десятилетия чрезвычайно выросло интернациональное общение людей. По данным французских статистических служб, в 1986 году французские границы пересекло более 300 миллионов человек. Эти массы передвигающихся людей несут такое количество знаний, опыта, которое вносит качественное изменение всей обстановки на нашей планете. И резко ускоряет процессы общественного развития и прежде всего тог же научно-технический прогресс.

Происходит довольно быстрое и все ускоряющееся изменение традиционных экономических отношений. Я бы выделил два фактора.

Первый — это государственное вмешательство в экономические процессы капиталистического общества. Здесь и элементы планирования, и природоохранительные меры, и, может быть, самое главное — государственный заказ. Государство делается главным покупателем промышленной продукции.

Второй — возникновение транснациональных корпораций. Их появление — это веление времени, очередное изобретение организаторского гения человека. В транснациональных корпорациях уже осуществляется полноценное планирование, объемы их производства непрерывно растут. Доход некоторых из них сравним с национальными доходами крупных индустриальных стран. Я убежден, что уже в ближайшие годы в орбите их деятельности в той или иной форме окажутся и социалистические страны, ибо это выгодно всем!

Перечисленные обстоятельства уже сейчас вносят определенные изменения в наши представления о государственных границах, о национальном суверенитете и т. д. Их следует рассматривать в качестве естественных факторов общественной эволюции. Они, несмотря на мощность их проявлений, не вносят существенных изменений в общую схему развития: разнообразие форм организации общественной жизни и производственных отношений непрерывно растет. Это следствие непрерывно растущего творчества миллионов и миллионов людей: ежечасно, ежеминутно изобретается нечто новое в

технике, технологии и, конечно, в организационной и социальной сферах. То общество, те организационные структуры (может быть, и транснациональные) вырываются вперед, которые оказываются способными обеспечить большую свободу творчества и проявления индивидуальности.

Значит, научно-технический прогресс, который порождает интегративные процессы, одновременно стимулирует и процессы дифференциации. Возникают новые критерии и оценки поступательного развития тех или иных стран, регионов и социальных организаций. Сегодня основным критерием, по-видимому, становится не валовый продукт и даже не производство тех или иных предметов труда, даже наукоемких, а способность организационной, общественной структуры использовать творческий потенциал людей.

Особенность современного этапа нашей истории такова, что любые новые знания, любая новая технология усваиваются относительно очень быстро. Мы, по-видимому, достигли того критического уровня знаний и массовой образованности (лучше сказать, технической грамотности), что освоение новой технологии или изобретение технических новшеств зависит лишь от социальной структуры, от ее способности дать свободу раскрытию талантов, обеспечить возможность проявления извечного стремления Человека к творчеству и инициативе. Примеров тому много.

Разве не является таким примером Япония? Побежденная в 1945 году, казалось, безнадежно отставшая от передовых стран, она в течение одного поколения превратилась не только в индустриального гиганта, но и в генератора новых идей и технологий, используемых сегодня во всем мире.

А наш пример пятидесятых годов, когда советские инженеры и ученые, получив возможность научного и технического дерзания, несмотря на невероятную тяжесть послевоенного бытия, смогли создать и собственный ядерно-ракетный арсенал, и собственную вычислительную технику — ее уровень в пятидесятых годах мало чем отличался от американского, и, наконец, запустить в космос Юрия Гагарина. Этот пример заставляет о многом задуматься. Тем более что в начале этого периода страна изнывала под прессом сталинизма. И оказалось достаточно короткой оттепели пятидесятых годов, для того чтобы вспыхнул костер талантов и мастерства. Увы, этой короткой оттепели не хватило, чтобы поддержать его.

Итак, впереди нас ожидает растущее разнообразие социальных структур, различие темпов развития, политических устремлений. Однако эта мозаичность, это противоречивое

единство могут оказаться фактором, стимулирующим развитие общественного бытия, если только общественное сознание сумеет изжить представление об антагонизме этих систем и перестроить привычный образ врага в образ соревнующегося в беге с препятствиями.

Итак, будущее общество — общество ближайших десятилетий — мне представляется очень сложно организованным, мозаикой разнообразных форм производственных и политических организаций.

Обсуждая «стратегию Разума», стратегию перехода человечества в эпоху ноосферы, следует исходить из этого предположения. Оно самым существенным образом будет определять «выбор человечества».

Плюрализм национальный и духовный

Мозаичность в политических и социальных структурах, о которой мы только что говорили, будет наблюдаться и в других сферах общественной жизни. В том числе и в структуре национальных отношений.

Когда-то имела хождение идея о том, что многонациональность как основа современного состояния человечества — явление временное, историческое. Многие считали, что возрастающие возможности коммуникаций и единство техносферы неизбежно будут стирать национальные различия и вести к унификации культур; не будет ни черных, ни белых — будут одни «серенькие». Сегодня мы понимаем абсурдность подобного утверждения.

Формирование нации, этноса — это сложнейший динамический процесс и пока еще нам очень малопонятный. Мы знаем только, что этнос рождается, причем это рождение окружено тайной. Он достигает своего расцвета и однажды приходит в упадок, давая материал для появления нового этноса. Но этногенез — это естественный процесс, один из многих, определяющих развитие нашего единого материального мира. И он, также как и все динамически развивающиеся процессы, подчинен законам Природы.

Но процессы формирования этносов подвержены действию стохастических факторов. Бифуркационные механизмы проявляют себя, конечно, и в сфере этногенеза. А если это так, то проявление закона дивергенции неизбежно. Пользуясь теми аналогиями, о которых я говорил в первой части книги, я могу сказать, что этногенез мне представляется таким же

турбулентнообразным процессом, как и другие процессы самоорганизации.

Интегративные процессы, о которых мы говорили в предыдущих параграфах, проявляются, конечно, и в национальных проблемах. Но и они тем не менее не нарушают закона дивергенции. Это общее утверждение можно проследить хотя бы на примере Северной Америки. Она часто нам представляется неким котлом, в котором переправляются в единую американскую нацию многочисленные национальные группы, которые ее населяют.

Наверное, там действительно постепенно и формируется новый этнос или даже этносы. Многие стороны жизни там унифицированы — возник своеобразный американский стандарт. Возник и глубокий американский патриотизм. Вместе с тем единого национального характера, единой системы традиций, одним словом, единой нации пока еще не сформировалось. Более того, порой происходит и рост разобщенности отдельных национальных групп.

Этот процесс особенно хорошо виден тем, кто бывает в США относительно редко и через большие интервалы времени. Все больше обособляются, например, итальянская, польская и еврейская общины. Никакой интеграции между американцами китайского и японского происхождения не происходит. Я уж не говорю об общинах африканского или пуэрториканского происхождения.

Конечно, этот процесс неоднозначен. Есть и обратные примеры. Так, русская община в США и Канаде уже практически растворилась — за исключением духоборов и других сектантских групп. В Луизиане от французов остались лишь названия городов да отдельные фамилии. В то же время в Квебеке сформировалась, по существу, новая нация со своим языком — квебекуа — диалектом французского.

Похожая ситуация наблюдается и в Советском Союзе: этническое разнообразие не проявляет особых тенденций к уменьшению. В городах Туркмении живет, например, много азербайджанцев. Обе нации говорят практически на одном языке. Как все тюрки, они близки по крови, и у них много общих и культурных традиций, у них общая религия — ислам сунитского толка. Но они продолжают видеть четкую границу между собой. Более того, даже азербайджанцы из Нахичевани точно знают, откуда они происходят, хотя и живут за тридевять земель от Нахичевани, просят не смешивать их с азербайджанцами из Карабаха, например! Два когда-то раздельных ханства до сих пор напоминают о себе.

Одним словом, динамика этносов удивительно прихотлива. Я думаю, что трудности, с которыми сталкивается Арабский Восток, в значительной степени связаны с тем, что арабы перестали быть единой нацией. Арабского этноса практически не существует, хотя сохранились религия, алфавит и многое другое.

Изучение динамики этносов, исследование факторов, которые ее определяют, становятся все более важным. Здесь может помочь та общая схема эволюционного процесса, которая была изложена в первой части.

Я убежден, что она применима и для анализа этнических процессов. Во всяком случае, она позволяет думать, что возникновение, расцвет и закат этносов, как и другие процессы самоорганизации, — это формирование из хаоса тех или иных квазистабильных образований, которые однажды неизбежно распадутся, предоставив тем самым материал для нового этапа этногенеза.

Мы заранее знаем, сколь неустойчив будет этот процесс, как легко малые случайные флюктуации могут изменить его характер. И тем не менее хочется предположить, что существуют некоторые определяющие причины и их комбинации, позволяющие объяснить и предсказать те или иные явления.

Почему, например, волжские булгары при всех злоключениях своей истории сохранили ислам, свое тюрко-язычие, свои традиции, одним словом, свой этнос, но одновременно потеряли свое племенное название и ныне их именуют татарами, хотя, собственно, к татарам, разгромившим Киевскую Русь, они имеют очень малое отношение. А вот та ветвь волжских булгар, которая еще в раннем средневековье откочевала на Балканы, полностью! забыла свое происхождение, потеряла язык, традиции, веру, но сохранила свое племенное название, переданное им народу современной Болгарии,

Пестрота национальной палитры планеты Земля — это благо, великое благо, данное нам Природой и ее законами. Подобно генетическому разнообразию, разнообразие национальное — это защита популяции Homo sapiens от случайных превратностей судьбы. Ведь каждая национальная культура, каждая традиция — это память об опыте Человека. Потеря национального, а следовательно, и культурного разнообразия, подобно утрате разнообразия генетического, крайне опасна — не побоюсь сказать, смертельно опасна для будущего человечества.

Нам важно знать и предвидеть тенденции этнических процессов. А может быть, придет и такое время, когда сделается допустимым и необходимым вмешаться в процессы этногенеза. Но уже сейчас видно, что единство и национальное разнообразие

— это две стороны одной и той же медали. Одновременно мы не можем не видеть, какие нетривиальные трудности порождает это разнообразие и как непросто реализовать ту общепланетарную общность, без которой человечеству не выжить на Земле. И наука, прежде всего анализ исторического опыта должны нам помочь обеспечить это единство.

Еще один вопрос, на который мне хотелось бы обратить внимание читателя, — это религиозный плюрализм современного общества. Если любая религия — явление в известном смысле историческое, то вера, религиозность, религиозное чувство — это уже совсем не религия, это категории «вечные»!

Такое утверждение следует из общих положений теории познания. А она говорит о бесконечности пути познания абсолютной истины; и бесконечность цепочки истин относительных все полнее отражает окружающий мир в нашем сознании. Но из этого тезиса следует и другой: как бы ни развивалась наука, в какие бы тайны бытия мы с ее помощью ни погружались, сколь бы ни были стройны и логичны «единые картины мира», которые мы вырисовываем, у человека в его сознании всегда остается «зона иррациональности». Она живет прежде всего в нем самом. И даже у самого атеистически мыслящего человека существует свое «вероподобное» мировосприятие. Разве та картина мирового эволюционного процесса, которую я нарисовал в первой части своей книги, не является фрагментом моей веры?

Следуя традициям физикализма и принципу «лезвия Оккама», я постарался использовать для ее описания минимальное количество эмпирических обобщений, то есть гипотез, не противоречащих опыту. Я верю в их справедливость! И тем не менее сколько других фактов еще осталось у меня в «зоне иррациональности»! А коль скоро такие зоны существуют, то их наполнение будет носить неизбежно субъективный отпечаток и оставлять место для иррациональных построений. К этому надо добавить, что познание мира — это не только знания, но и чувства. Как сказал кто-то из богословов, вера познается не разумом, а сердцем, точнее, правым, чувственным полушарием мозга! Вот почему религиозные чувства и существование религий я считаю необходимым относить к факторам, органически вписывающимся в историю человечества, влияющим на процессы его развития, считаю естественным процессом развития нашего века. И в этой сфере мы также должны быть способны предвидеть ход эволюции и, может быть, при соответствующих условиях как-то на него влиять. Эго побуждает меня держать все время в поле зрения и проблемы религиозного плюрализма.

И ныне он действительно разрастается. Появляется много новых учений, даже в традиционных религиях появляются новые оттенки. Очень непросто складываются отношения между различными церквами. Противостояние различных учений, а часто и их фанатическая непримиримость — это все те факты, с которыми нельзя не считаться.

Сказанное хорошо прослеживается на примере современного ислама. Несмотря на своеобразный ренессанс, который он переживает, рознь между шиитами, сунитами, измаилитами вовсе не собирается затухать. Эта рознь — питательная среда ирано-иракской войны и ряда других драматических событий на Ближнем Востоке. Но ведь дух непримиримости витает и между многими христианскими церквами. «Иметь дело с еретиками, когда главное — спасение души своей» — разве не подобные соображения порой ставят непреодолимые заслоны в миротворческой деятельности Всемирного совета церквей!

Для того чтобы закончить обсуждение вопросов, носящих религиозный характер, я хочу вернуться еще раз к мысли И. Одоевского, высказанной еще в тридцатых годах прошлого столетия. Я ее привел в самом начале этой книги. Смысл мысли Одоевского следующий: «Европейский рационализм нас привел к вратам истины, но ему не будет суждено их открыть».

Истина состоит, в частности, в том, что существование «зоны иррациональности» — это факт, эмпирическое обобщение, не противоречащее человеческому опыту. И, оставаясь на физикалистских позициях, мы обязаны его признать. Следовательно, возникновение множественности вер и толкований этой иррациональности мы обязаны признать естественным этапом развития нашего мира, развитием человеческого сознания, мирового интеллекта.

Но коль скоро мы приняли такую позицию, то, как следствие, мы должны включить все существующее многообразие вер и учений в нашу культуру как ее естественный элемент, как естественную неоднозначность отражения опыта человеческой мысли и стараться его использовать на благо Человека и прежде всего для утверждения нравственных начал и принципа «полюби ближнего…».

Сказанного, наверное, достаточно, чтобы уяснить позицию автора. Я глубоко убежден в том, что никакой конвергенции нет и быть не может. Ни в политических структурах, ни в экономике, ни в национальных характерах, ни в культуре… Иное просто противоречило бы всему ходу процесса развития нашего мира, его единству. Закон роста многообразия, как я уже говорил, — защита популяции Homo sapiens от возможных превратностей

своей судьбы. Он будет действовать и впредь, ибо он — следствие изменчивости и непрерывно происходящих бифуркаций. Поэтому человечество и впредь будет жить в условиях плюрализма политических систем, экономических организаций, культуры, языков, традиций, ценностных шкал и т. д.

Как же это представление об обществе совместить с тем, что говорилось в предыдущей части этой книги, с существованием экологического императива, необходимости единой стратегии развития человеческого общества, с утверждением новой нравственности?

Все это — трудные вопросы, и на них вряд ли кто-нибудь сегодня способен дать вполне четкие ответы. Но наметить пути их решения, лучше сказать, очертить контуры некоторых исследовательских программ, которые помогут нам лучше понять происходящее, наверное, уже можно.

Великая наука — диалектика, рожденная еще древними греками, развитая Гегелем, Марксом, Энгельсом, говорит о том, что в основе всякого развития лежат противоречия и любое конструктивное представление о будущем развитии общества, о возможной стратегии человечества должно опираться на детальное, конкретное знание структуры тех противоречий, которые существуют сегодня в обществе. Их изучение — это большой пласт самых разнообразных проблем, которыми сейчас занимается большое число людей и учреждений, как национальных, так и международных. Север — Юг, Восток — Запад и многие другие противостояния могут порождать кризисные явления.

Являясь источником основных тенденций мирового процесса развития, они уже давно находятся в центре внимания ученых и политиков. Этим противоречиям посвящена огромная литература, и я не хочу пересказывать те факты, которые постепенно становятся общеизвестными. Но мне кажется, что на всех исследованиях, посвященных подобным проблемам, лежит печать одного общего порока, независимо от того, где — на Юге или Севере, Востоке или Западе — они поставлены. Это печать традиционности и стереотипов мышления, возникших в послевоенные годы нашего века.

Так, например, в качестве основного противоречия современности обычно обсуждается противоречие между миром социализма и миром капитализма — СССР и США, в частности. И это положение принимается в качестве аксиомы, не подлежащей обсуждению, как в моей стране, так и за рубежом. Долгое время считалось, что эти противоречия неразрешимы, что они остро антагонистичны и не допускают компромиссов: что если хорошо

одним, то плохо другим.

Я искренне рад, что постепенно начинает происходить известная переоценка как остроты, так и самого смысла этих противоречий. Хотя и на Западе, и на Востоке еще существуют люди, смотрящие на мир из окна пятидесятых годов, но мне кажется, что лед тронулся. Проблемы перестройки мышления, то есть проблемы замены одних стереотипов другими, отвечающими реалиям сегодняшнего дня, будут решаться не сразу. Эта замена будет трудной и длительной, тем более что различие систем сохранится и впредь. И ортодоксальное мышление будет стараться и далее выдвигать на первый план противоречия идеологического характера. А идеология рождает порой фанатизм и непримиримость, справиться с которыми совсем непросто. Еще в конце XVIII века Гёте писал в «Коринфской невесте»:

Где за веру спор,
там, как ветром сор
и любовь, и дружба сметены…
Перевод А. К. Толстой

Но ныне, в век экологического императива, все должно быть по-иному. Теперь перед нами поднимается проблема «быть или не быть», и уже многие понимают, что антагонизм должен уйти в прошлое. У СССР и США и, более широко, у мира социализма и мира капитализма есть общая составляющая в интересах и стремлениях — это стремление избежать войн и ответственность за сохранение рода человеческого.

Я убежден в том, что под давлением реальности противоречия, лучше даже сказать, противостояния идеологического характера, будут во все большей степени уступать свое место противоречиям экономическим, экологическим и т. п.

Если говорить о межстрановых или межрегиональных экономических противоречиях, то мне кажется, что уже в начале XXI века наиболее опасным и острым окажется экономическое противостояние США и Японии, точнее, всего Юго-Востока Азии, овладевшего высшими технологиями. И это экономическое соревнование имеет, как мне кажется, не только экономические корни. Современные «высшие технологии» требуют, помимо совершенной техники и нетривиальных инженерных решений, еще и высокого индивидуального мастерства исполнителей, высокой производственной дисциплины, точности и усердия. И в этом работники Дальневосточного региона, вероятно, в силу

своих традиций, превосходят европейцев. К этому надо еще добавить, что и работают они больше и европейцев, и американцев (2200 часов в год в среднем работают в Японии против 1800 в Европе и США). Кроме того, и производительность труда в Японии выше, чем в США. Так, например, на производство автомобиля в Японии затрачивается в среднем на 20 процентов меньше человеко-часов, чем в США.

В спор экономических гигантов — США и Дальнего Востока — вмешивается объединенная Европа. Экономическая интеграция здесь произойдет, вероятно, уже к концу этого века. Несмотря на известное технологическое отставание, в результате интеграции многое может быть наверстано. Тому гарантией служит огромный интеллектуальный и культурный потенциал этой части света. В условиях мирного развития и запрета гонки вооружений, которая, надо думать, сделается бессмысленной, возникнет совершенно новая ситуация.

Существует еще одна форма противоречий, которая раньше была вне поля зрения обществоведов. Научно-технический прогресс рождает все ускоряющуюся смену Технологий и номенклатуры производимой продукции. Происходит непрерывное закрытие одних рабочих мест и открытие новых, требующих, как правило, более высокой квалификации рабочих и инженеров. Надо уметь быстро переквалифицироваться. А здесь, по-видимому, восточный традиционализм будет играть не положительную роль. Впрочем, кто знает?

Кроме того, возникает еще один новый тип противоречий между квалифицированной, если угодно, компьютеризированной прослойкой общества (я боюсь называть ее классом) и людьми, не получившими необходимой способности быстро переучиваться.

Я привел все эти соображения лишь для того, чтобы обратить внимание читателя на необходимость существенного изменения традиционного представления о характере противоречий современного мирового сообщества.

В этой перестройке стереотипов мышления важнейшее место будет занимать преодоление одного из основных наших общих заблуждений, вызывающего основные конфронтации: основные противоречия современности уже не носят строго антагонистического характера — они допускают взаимовыгодные компромиссы. И мне кажется, что это обстоятельство начинает пониматься все более и более широкими кругами.

Вместе с этим начинает осознаваться и та жесткая истина, что главным противоречием современности, которое в полной мере проявится уже в самом начале следующего века, будет противоречие между Природой и Человеком. По сравнению с ним

все остальные противоречия покажутся мелкими междоусобицами. И человечеству перед лицом общей опасности придется пересмотреть свои приоритеты. Я думаю, что произойдет нечто подобное тому, что случилось во времена нашествия Атиллы, когда разобщенная Европа сошлась под знаменами Аэция.

Реальность состоит в том, что спектры интересов и целей людей независимо от страны, региона, континента приобрели общую составляющую. Это и значит, что антагонистические противоречия, не допускающие компромиссов и любых взаимовыгодных соглашений, уступают место противоречиям неантагонистическим, когда, помимо собственных целей, у людей возникают и цели общие. В данном случае преодоление противоречий Природа — Общество, обеспечение их коэволюции. Силовые методы разрешения конфликтов и прежде всего войны должны быть заменены мудрым спокойствием «институтов согласия» — кооперативным соглашением.

И именно в подобных рамках и следует искать те национальные формы организации общепланетарной жизни общества, которые позволят вступить ему в эпоху ноосферы.

Как же воспользоваться этими новыми обстоятельствами, которые сложились на Земле, и в каком направлении следует искать подходы к решению всех тех экологических проблем, которые встают перед людьми?

Попытке как-то ответить на некоторые из этих вопросов и посвящены остальные разделы этой части книги.

Нравственный императив

Возникновение в процессе естественного развития Разума, обретение материей способности познавать самое себя, видеть себя «со стороны» привели к появлению и новых «алгоритмов эволюции», резко ускоривших все процессы развития на Земле. И не просто ускоривших, но и существенно раздвинувших рамки эволюции. Сегодня нам еще неведомы границы этого «раздвижения», как неведомы были нашим пращурам те новые горизонты их жизни, которые на глубоких ступенях антропогенеза открыло овладение огнем.

Но мы уже знаем, что Разум не всесилен. Это не джинн, выпущенный из бутылки, которому в нашем мире подвластно выполнение любых желаний. Возможности Разума, его активность не могут не быть согласованными с законами того мироздания, которое само создало Разум. И наука постепенно, но все ускоряющимися темпами открывает и новые возможности Разума

и познает тем самым его пределы.

Границы допустимого, то есть границы той деятельности, которая порождается Разумом, определяются не только законами Природы, не только объективными факторами, но и факторами «субъективными», поскольку Разум имеет своего носителя — Человека. Поэтому стратегия Разума — это прежде всего стратегия обеспечения будущего человечества. Другими словами, Человек должен быть способным видеть множество альтернатив своего поведения, согласных с законами Природы, и делать выбор, обеспечивающий свою будущность.

В предыдущих главах я постарался подвести читателя к представлению об «экологическом императиве» как совокупности условий, нарушение которых будет иметь для человечества катастрофические последствия. Обеспечение этих условий и есть основное содержание «стратегии Разума» — действия людей во имя Человека.

Реализация любой стратегии, а тем более глобального общечеловеческого масштаба, требует известной направленности усилий людей, а следовательно, неизбежно приводит к системе ограничений, системе запретов, регламентаций в их поведении и действиях. Маши жизнь и деятельность по необходимости оказываются стесненными определенными рамками. Все подобные ограничения я и называю «нравственным императивом». Он является следствием «императива экологического».

Будущность человечества, будущность Homo sapiens как биологического вида в решающей степени зависит от того, насколько глубоко и полно мы сможем понять содержание «нравственного императива» и насколько человек окажется способным принять его и следовать ему. Это и есть, как мне кажется, узловые проблемы современного гуманизма. Я убежден, что в ближайшие десятилетия уровень их осознания сделается одной из важнейших характеристик цивилизации.

По мере изучения проблем экологии Человека во все большей степени мы начинаем понимать, что главные трудности связаны не с нашими возможностями понять и описать те ограничения, которые накладывает на наши действия биосфера, то есть законы природы. По мере развития знаний и последовательной реализации исследовательских программ мы сможем все более точно определять положение «Запретной черты». Значительно сложнее проблема изучения способности людей принять эти данные науки, подчинить свои действия, свою жизнь определенным канонам. Как сделать так, чтобы человечество приняло «нравственный императив»? Чтобы оно подчинило ему

свою жизнь?

Так постепенно из-за горизонта начинает подниматься главная проблема современности — «проблема Человека». Она отнюдь не нова — это проблема проблем. О том, что такое Человек, о том, что представляет собой его личность, каковы его устремления, его идеалы, что значит счастье Человека, как обеспечить ему достойное будущее, — обо всем этом думали лучшие представители человечества. Этим мыслям посвятили в разное время свои жизни Вольфганг фон Гёте, Федор Достоевский, Лев Толстой. В пятидесятые годы нашего века вышла из печати замечательная книга Пьера Тейяр-де-Шардена «Феномен Человека» — плод многолетних размышлений о Человеке как венце эволюции земной жизни.

Сегодня «проблема Человека» перестает носить только философский или этический характер. Она приобретает огромное практическое значение, поскольку теперь идет речь о том, чтобы понять смысл «нравственного императива», его связь с «императивом экологическим» и сделать его, подобно традиционным принципам нравственности, достоянием человечества. А сделать это за обозримое время без опоры на научное понимание феномена Человека невозможно.

Как будет изучаться, а тем более решаться «проблема Человека», сказать сегодня очень трудно. Я думаю, что универсальных рецептов здесь нет и не будет. В поисках стратегий, имеющих своей целью создание и утверждение «нравственного императива», большую роль сыграют, вероятно, национальные традиции и личный опыт исследователей. И предложения могут разниться в самом существенном. Нас ожидают тяжелые дискуссии.

Сегодня «проблеме Человека» посвящены уже многочисленные работы. У меня в последние годы также создалось определенное представление о том, что должно явиться содержанием наших поисков и нашей активной деятельности по формированию основ новой нравственности. И я вижу, что оно в значительной степени определяется моим воспитанием на традициях русской классики XIX века — Гоголя, Достоевского, Толстого и, конечно, истории отечественной философской мысли, традиционно раскрывающей Человека в его единстве с Природой.

Мораль и нравственность — чаще всего они произносятся одновременно, иногда даже отождествляются. Так, например, в Философском словаре объяснение слова «нравственность» весьма лаконично: см. «мораль». В западноевропейских языках эти понятия вообще не различаются: они переводятся одним словом. Но в русском языке, как мне кажется, есть известные оттенки,

различающие эти два понятия.

Нравственность — понятие, более широкое, относящееся прежде всего к общественному сознанию. Мораль ближе к личностному поведению человека. Это совокупность норм поведения, регламентируемых общественным сознанием — нравственностью. Не мне судить о точном определении этих понятий — это дело лингвистов и философов. Мне надо только, чтобы читатели знали, что я имею в виду, произнося те или иные слова.

Процесс становления нравственности и морали — это длительный эволюционный исторический процесс. Он связан со становлением и развитием общественных отношений и прежде всего с общественной трудовой деятельностью и обеспечением гомеостазиса своего рода, своего племени и народа.

С позиции специалистов в области информатики, важнейшей причиной появления принципов нравственности (а как следствие, и морали как нормы поведения) была необходимость в создании новой формы памяти. Об этом я уже рассказывал в первой части книги: без нравственности как общественного института не мог бы возникнуть механизм «Учитель». Он и реализовал эту память, без которой прогресс общественных форм организации неоантропов был бы невозможен.

Я уже говорил, что создание системы «Учитель» было равнозначно прекращению морфологического совершенствования человека как биологического вида, ибо такая система могла возникнуть только вместе с принципом «не убий!» — основой нравственности людей. Элементы «морали», как об этом я писал в предыдущих главах, существовали уже и у ряда высших животных. Но это еще не была нравственность, ибо у них еще не было общественного сознания. Это были лишь нормы поведения, обеспечивающие в определенных условиях благосостояние популяции, стада, семьи.

Только тогда, когда общество взяло под свою защиту всех своих членов, мог возникнуть институт «мудрецов» и «умельцев». Но вместе с первыми зачатками нравственности начала угасать и внутривидовая борьба — основа совершенствования генотипа. Значение этой новой формы памяти было столь велико, что человечество предпочло ради нее отказаться от биологического совершенствования вида. Значит, замена «животных» норм поведения нормами человеческой морали, основанной на нравственности как форме общественного сознания, — это переломный момент в истории антропогенеза, истории становления человеческого общества.

Может быть, даже и больше. Подобно возникновению жизни,

появление Разума, утверждение принципов нравственности изменили весь последующий ход эволюционного процесса на нашей планете. Это была одна из важнейших бифуркаций в ее истории. Конечно, в дальнейшем каноны человеческой морали никогда не оставались неизменными, они приспосабливались к условиям жизни общества, приобретали национальный, классовый характер и т. д.

Тезис, который я пытаюсь раскрыть в этом разделе, следующий. Человечеству, для того чтобы обеспечить свое будущее, предстоит смена нравственных принципов столь же глубокая, какая произошла на заре становления общества, когда нормы поведения в ордах неоантропов сменились человеческой моралью, основанной на принципах нравственности как фундаменте общественного сознания.

Необходимость «нравственного императива» как следствие «императива экологического» — об этом мы уже говорили. Сейчас же я хочу обратить внимание на то, что его утверждение потребует перестройки сознания. Общие трудности должны породить ощущение новой общности: не семьи или рода и даже не страны, а общепланетарного единства. Это должно породить совсем новую систему отношений между людьми.

Сопоставляя те перестройки нравственных основ нашего общества, которые ожидало человечество с возникновением основ нравственности на заре общественного бытия человека, я должен сказать и об их различиях. И хотя перестройка поведенческих норм, которая нас ожидает, должна быть не менее глубокой, различия тем не менее носят совершенно принципиальный характер.

Прежде всего у нашего предка было время — ему некуда было торопиться. Перестройка, точнее, формирование общественного сознания и новых норм поведения тянулись, вероятно, многие тысячи поколений — именно столько, сколько тянулось преобразование стада неоантропов в человеческое общество. Во-вторых, Природа для этого располагала отлаженным механизмом, с помощью которого и происходила такая перестройка. Это был все тот же механизм естественного отбора. Только не дарвиновский механизм внутривидового отбора, действующий на уровне индивида, а отбор на уровне популяций или первобытных стад, постепенно превращающихся в человеческие племена. Те стада, в которых возникала более «совершенная» нравственность, более совершенная форма коллективной памяти, становились обладателями лучших знаний, лучшего оружия, более дисциплинированных боевых дружин… Благодаря этому они могли выкорчевывать из своей

экологической ниши всех других «менее моральных» претендентов на положение родоначальников нынешнего человечества.

Теперь ситуация совершенно иная. У нас просто нет времени для стихийной «естественной» перестройки, нет не только тысяч, но и десятков поколений. Все должно решиться в пределах ближайших десятилетий. Экологический кризис надвигается стремительно, и в середине следующего века при сохранении нынешних канонов нравственности положение человечества может оказаться катастрофическим, даже если силовые приемы разрешения противоречий окажутся под запретом.

Ход событий не дает нам времени для адаптации. По этой же причине и «естественные» механизмы отбора оказываются в современной обстановке заведомо непригодными. Человечеству предстоит самому целенаправленно формировать систему нравственных принципов и создавать общественные структуры, способные вплести эти принципы в ткань общественного сознания.

Я хочу еще раз подчеркнуть некоторые особенности современной экологической и нравственной ситуации, складывающейся на планете. На протяжении последних сотен тысяч, а может быть и миллионов, лет развитие жизни на планете носило квазистабильный характер. Конечно, все постепенно изменялось: эволюционировали виды, менялся климат… Но тем не менее все основные элементы биосферы были всегда хорошо притерты друг к другу. Даже катаклизмы, вроде ледниковых периодов, биота переживала относительно благополучно.

Конечно, какие-то виды погибали, но вместо них появлялись новые, и разнообразие, генетическое разнообразие, столь необходимое для существования устойчивой жизни, росло. Именно поэтому можно говорить о непрерывном и «прогрессивном» развитии биосферы. Вместе с ней развивался и Человек, и его нравственность, которая так же, как и все остальное, была хорошо притерта к обстоятельствам земной жизни.

Теперь ситуация изменилась — изменилась принципиально. Разум, родившийся где-то на грани последнего миллиона лет земной истории, долгое время вел себя, как и любое другое средство, которое жизнь извлекла из того «запасника» средств адаптации, которым располагает Природа: он верно служил своему носителю — Человеку, постепенно превращая его в «царя природы», как это было, например, с динозаврами на пороге последней сотни миллионов лет земной истории.

Но ее ход вдруг неожиданно стал кардинальнейшим образом

меняться. Я думаю, что этот переломный момент произошел в начале неолита, когда человек из Неандерталя уступил свое место человеку из Кроманьона. Наверное, уже в последнее межледниковье, и уж во всяком случае, в последний ледниковый период, Человек начал не просто активно вмешиваться в биотические процессы, отстаивая свое право на существование в живом мире планеты. Он начал активно уменьшать разнообразие общепланетарного генофонда. Сначала он извлек крупных копытных и мамонтов. А потом началось поголовное уничтожение всего того, что непосредственно не использовалось в производственной деятельности. Да и сейчас ежегодно исчезают уже тысячи видов растительности и животного царства. Более того, деятельность Человека начинает плохо предсказуемым образом менять климат, загрязнять океан, уничтожать плодородие почвы… Этот процесс уже нельзя назвать прогрессивной эволюцией планеты, которая не только теряет разнообразие своей биоты, но и ставит под угрозу вообще само существование жизни.

А прекратить этот процесс, вызванный действием Разума, мы можем только с помощью Разума и рожденной им цивилизации. Такова основная коллизия современности. И она, несмотря на кажущуюся трагичность, не лишена доли оптимизма.

Подобные высказывания воспринимаются далеко не однозначно. Вот одно типичное возражение. Если Разум — это свойство адаптации Человека, то, как и всякое свойство адаптации, если оно гипертрофировано, то однажды неизбежно приведет к гибели своего носителя.

А вот и другое. Можно ли уповать на цивилизацию, если она ничтожно тонким слоем лежит на «неандертальском» нутре Человека? И не надо далеко ходить за примерами, чтобы подтвердить эту мысль. В шахском Иране были созданы прекрасные университеты, там уже создавались свои научные школы. А теперь снова восьмой век, когда во имя Пророка льются потоки крови своих же мусульман, когда малых детей посылают на минные поля и не берут пленных. Впрочем, Европа не так уж далеко ушла от того, что происходит на Ближнем Востоке. И надо сегодня добиваться надежных гарантий того, чтобы не повторились кошмары времен Гитлера и Сталина, когда под корень выкашивалось все самое интеллектуальное, выкашивался цвет нации!

И все же я верю в Разум. Эта вера основывается на том, что Разум — это не просто средство адаптации популяции Homo sapiens. Это качественно иное — это средство познания. И сегодня благодаря Разуму Человек видит опасности, может ставить себе

ясную цель и, самое главное, понять необходимость поисков новых дорог. Постепенно возникает и понимание путей решения проблем, несущих кризис, направление поиска существующих у человечества резервов, которые он для этого может использовать. Вот в этом я и вижу залог для оптимизма.

Так куда же и как идти?

Это труднейший вопрос, но каждый исследователь, во всяком случае для себя, должен его решить, поскольку от науки сейчас ожидают не только общих рассуждений, но и практических рекомендаций — как действовать. В своих размышлениях на эту тему я, конечно, отправляюсь от позиций той науки, которой занимаюсь последние десятилетия, — информатики и теории управления.

Начать исследования надо, наверное, с того, чтобы понять, с помощью каких механизмов можно влиять на утверждение тех или иных принципов нравственности. Я думаю, что решающую роль здесь предстоит сыграть все тому же институту, который я назвал «Учитель».

Именно этому институту наши далекие предки обязаны тем, что они стали людьми, тем, что человечество есть сегодня, всем достижениям цивилизации, своей моралью и нравственностью. Разумеется, что в новых условиях, в преддверии новых задач этот институт должен будет превратиться в институт общепланетарный, выработать новые принципы и обогатиться всеми достижениями современной техники.

Когда я слово «Учитель» пишу с большой буквы, то имею в виду всю систему воздействия на человеческое сознание, его психику, воздействия, которые оказывает на него семья, школа, общественная среда, в которой протекает жизнь индивидуума, церковь и, конечно, характер его трудовой деятельности.

Еще на самой заре истории человечества от совершенства системы «Учитель», ее соответствия внешним условиям, характеру производительных сил и другим общественным структурам прямо зависело благополучие и прогресс обитателей пещеры, племени, нации, народа… И так было всегда. История сохранила нам слова прусского короля Вильгельма, сказанные им после победоносной войны с Австрией: «Это победа не армии, это прусский учитель победил австрийского». И это, по-видимому, было на самом деле так!

И в будущем совершенство системы «Учитель», ее соответствие новым условиям жизни, складывающимся на планете, и способность формировать нравственные принципы сделаются, по моему мнению, важнейшей задачей цивилизации. В эпоху ноосферы сможет вступить лишь по-настоящему

высокообразованное общество, понимающее свои цели, отдающее отчет в трудностях, стоящих на пути его развития, способное соизмерить свои потребности с теми возможностями, которые дает ему Природа.

В системе «Учитель» центральной фигурой является сам учитель. В эпоху ноосферы его личность станет играть решающую роль. Читателю может показаться преувеличением, но я убежден, что в том новом состоянии человечества, которое сможет обеспечить выполнение требований «экологического императива», создав новые нормы нравственности, учитель сделается центральной фигурой в обществе. Я даже думаю, что каждый человек, претендующий на роль руководителя в любой сфере человеческой деятельности — политической, хозяйственной, военной (военачальники, наверное, еще долго будут существовать на планете), — должен показывать себя способным учителем. Работа учителем будет своеобразным тестом на получение права ответственности за судьбы других людей.

Быть талантливым учителем, передавать другим свои знания, свой опыт, а особенно свое видение мира и свои нравственные начала, преодолевать агрессивность и «сеять добро», как говорилось в старину, куда труднее, чем быть политиком, хозяйственным руководителем, генералом…

Как этого люди не понимают до сих пор! Для того чтобы быть хорошим учителем, нужен специфический талант. Он нужен ему так же, как и писателю, музыканту, исследователю. Это талант общения с людьми, умение заставить людей верить себе. А такие свойства в эпоху ноосферы, в эпоху «экологического императива» сделаются, вероятно, важнейшими свойствами руководителя.

Если это так, то первое, что необходимо сделать для совершенствования системы «Учитель», — это обеспечить общественный престиж учителя, привлечь к этой деятельности самых талантливых и умных людей, людей, способных мыслить самостоятельно и передавать это свойство другим.

Проблема строительства системы «Учитель» — общепланетарная. И в наступающем веке именно ей, я думаю, будут посвящены мысли и усилия ученых и государственных деятелей, всех передовых людей, обеспокоенных будущим человеческого общества.

«Мыслить по-новому» — этот принцип своевременен сегодня во всех сферах деятельности Человека. Новая эпоха нашей истории, в которую мы вступаем, диктует свои новые требования и прежде всего требования «экологического императива». Они постепенно все глубже и полнее понимаются учеными, и граница допустимого, как я ее назвал — «Запретная черта», становится все

более осязаемой. Этот процесс понимания и роста ответственности обязан не только науке: сама жизнь нам все время преподает уроки. Разве трагедия Чернобыля мало чему нас научила?

Значит, знания и понимание все время растущих трудностей непрерывно накапливаются. Поэтому первая задача, которая встает перед системой «Учитель», сохранить эти знания и довести их до миллиардов людей. Понимание, а тем более принятие новых нравственных начал невозможно без ясного понимания их необходимости всеми жителями нашего космического корабля.

Эти знания общих опасностей неизбежно будут рождать ощущение общепланетарной общности. Нам необходимо всем научиться чувствовать себя членами одной семьи, судьба которой зависит от всех ее членов, — это, наверное, первый принцип «нравственного императива».

Для того чтобы добиться превращения этого чувства в компоненты собственного «я», нужна широкая международная просветительская программа. Я думаю, что в нынешних условиях проблема просветительства начинает становиться в ряд важнейших задач, которые поднимаются перед людьми.

Еще раз повторю, только по-настоящему интеллигентное общество может оказаться способным переступить границу эпохи ноосферы. Распространение знаний, столь необходимых для выработки норм поведения, для осознанного принятия тех или иных ограничений, нуждается в использовании всех современных средств массовой информации.

Среди них я особенно выделяю то, что теперь называется телематикой. Это симбиоз телевидения, космической связи и информатики. Примером телематики являются телемосты, приобретающие все большее распространение. В отличие от телевидения — одного из важнейших средств массовой информации — телематика позволяет вести активное обсуждение, проводить дискуссии между людьми, находящимися в данный момент в самых различных частях планеты. Я думаю, что со временем, когда средства телематики станут столь же дешевыми, как и средства вычислительной техники, она сделается одним из важнейших средств просветительства и массового распространения необходимых знаний.

Широкое распространение и техническое совершенствование средств массовой информации порождает множество труднейших, не только организационных, но и политических проблем. Прежде всего средства массовой информации, находясь в ведении тех или иных держав или корпораций, должны иметь определенную направленность — обеспечивать достижение

некоторых общепланетарных целей, связанных с «экологическим императивом» и формированием «императива нравственного». Как это обеспечить?

Возникает прямая опасность монополизации просветительства и средств массовой информации. Она не менее опасна, чем отсутствие любого контроля и действия по принципу laissez faire, то есть не мешайте делать (деньгам делать деньги — принцип буржуазной демократии начала прошлого века).

К. чему приводит монополизация средств массовой информации, великолепно показано в книге Оруэлла «1984». Впрочем, мы это знаем и по нашему историческому опыту. Но, с другой стороны, нужна и централизация, способная обеспечить необходимую направленность. Как сочетать эти противоречивые требования?

Для этого необходима демократия — демократия нового типа. Я бы сказал, «общепланетарная демократия». Но она требует резкого повышения общей культуры, роли международных организаций и их ответственности перед всеми жителями планеты.

Я думаю, что особую роль придется сыграть Организации Объединенных Наций, которая должна будет приобрести известные черты мирового правительства.

Одним словом, это все труднейшие вопросы, которые сегодня поднимаются из-за горизонта и решение которых не может откладываться на следующий век!

Современный гуманизм и новая нравственность

Итак, система взглядов, которую я стараюсь изложить, сводится к следующим двум положениям.

Первое — общество постепенно вступает в эпоху, когда его дальнейшее развитие возможно лишь в условиях выполнения «экологического императива». Современная наука по мере своего развития способна во все большей степени раскрывать его содержание и формулировать систему запретов, обязательных для всех людей, стран и народов.

Второе — выполнение «экологического императива» потребует еще одного императива — нравственного, поскольку «экологический императив» будет накладывать определенные и, наверное, довольно жесткие условия на характер человеческой активности и поведение отдельных людей, в частности. Он будет существенно менять бытующее ныне представление о свободе личности. И только тогда эти условия получат шанс быть

выполненными, когда они будут реализовываться вполне сознательно, не только в силу определенных правовых уложений, но и в силу внутренней необходимости. А правовые уложения необходимо должны будут сохраниться в том или ином виде, ибо уроды, для которых требуются меры принуждения, вряд ли переведутся, во всяком случае, в обозримом будущем.

Значит, «нравственный императив», его выполнение основной массой людей, живущих на нашей Земле, — это прежде всего результат воспитания и обучения. Воспитания в самом широком смысле этого слова.

Обсуждая эту систему взглядов, я пока еще очень мало говорил о том, что должно лежать в основе системы «Учитель» и «нравственного императива», какие новые принципы, приемлемые для всех жителей Земли, должны составить их фундамент.

Пока, разумеется, о них можно говорить только предположительно — выработка подобных принципов может быть следствием лишь широкого коллективного творчества. Они родятся в результате мучительного пересмотра установившейся системы понятий и традиций, трафаретов мышления, религиозных и прочих воззрений. Их научное обоснование потребует развития науки о Человеке, усилий философов и обществоведов, которым еще предстоит заложить основы научного подхода к проблемам, выдвигаемым «нравственным императивом».

Мы находимся пока лишь в самом начале пути. В предыдущем параграфе я обратил внимание лишь на одно положение, которое, кажется, разделяется весьма широким кругом людей. Это представление об общепланетарной общности. Что касается более или менее целостного представления о принципах, которые должны быть положены в основу системы «Учитель», то это вопрос будущего. Вот почему я ограничусь лишь несколькими разрозненными соображениями.

Когда я рассказывал о системе запретов, возникших еще в эпоху антропогенеза, то постарался выделить главный, который в конечном счете оказал решающее воздействие на последующую историю формирования Человека и общественных отношений. Это, по моему глубочайшему убеждению, был принцип «не убий!». Именно он прекратил яростную внутривидовую борьбу, которой род «прачеловеческий» был обязан своей быстрой биологической эволюцией. Утверждение этого принципа ограничило проявление первобытной свирепости (которая была необходима на ранних стадиях антропогенеза), наложив табу на первобытные инстинкты, родило не только человеческое общество, но и человеческую личность.

Я думаю, что любая перестройка процессов развития, имея в виду, конечно, общественное развитие, имеет в своей основе некоторый главный, достаточно простой и понятный принцип. Его реализация будет затем требовать новых принципов, вызывать к жизни новые общественные явления. Таким и был принцип «не убий!».

Примером тому служит и история Советского Союза, тот взлет в его экономике, который произошел в первое пятилетие после окончания гражданской войны. Он до сих пор продолжает удивлять историков, а связан, если вдуматься, с единственным принципом — заменой продразверстки продналогом. Его последовательная реализация затем и потянула всю остальную систему новой экономической политики двадцатых годов. И все те следствия, всю эпоху двадцатых годов, к которой сейчас приковано внимание не только ученых, но и общественных деятелей, писателей, журналистов…

Но по этим же причинам выбор такого основополагающего принципа, последовательная реализация которого потянет за собой всю остальную череду событий, акт крайней ответственности. И то, что будет сказано ниже, это еще одна гипотеза, требующая тщательного анализа.

Необходимость «нравственного императива» мне стала давно понятной — это пришло вместе с понятием «роковой черты», возникшим в результате экспериментирования с компьютерной моделью биосферы и анализом последствий ядерной войны, проведенного в начале восьмидесятых годов. Но что следует положить в его основу? Какова должна быть логика развития «нравственного императива» и лаконичная формулировка его основного принципа?

Сегодня мне кажется, что искомый основополагающий принцип уже тысячи лет бытует в человеческом сознании, во всяком случае, произносится. Это принцип благожелательности к Человеку, уважение личности Человека. Без него нельзя говорить об утверждении новой нравственности, да и перспективах дальнейшего развития. Он произносился очень многими, и кто первым произнес его, я не знаю. Во всяком случае, этот принцип в той или иной форме уже присутствует у древних греков, что делает их истоки нашей цивилизации мне особенно симпатичными.

Принцип благожелательности к Человеку иногда формулируют в религиозном контексте как «полюби ближнего как самого себя», хотя он гораздо глубже и человечнее. Произносится он очень многими, но смысл его бывает весьма разным.

Принцип «полюби ближнего» с момента своего возникновения взяло на вооружение христианство. Однако это не помешало ему жечь костры инквизиции, уничтожить альбигойцев, истязать арабов и творить во имя великого принципа любви различные другие мерзости. Ислам тоже говорит нечто подобное, но одновременно любой человек, не исповедующий религии Пророка, не только не достоин любви, но и может быть уничтожен во славу его. Ближний лишь тот, кто следует шариату, совершает нужное количество намазов.

Значит, этому тезису должен быть придан иной смысл, чем это принято в канонизированных представлениях. Наверное, принцип «полюби ближнего как самого себя» еще потребует многочисленных комментариев и уточнений. Тем не менее я думаю, что ближе всего к тому смыслу, который должен будет лечь в основу «нравственного императива», лежат представления русской мысли второй половины XIX века.

Дорогой читатель, я очень боюсь, что вас может насторожить мое частое обращение к истории русской мысли. Но постарайтесь непредвзято задуматься над тем, о чем писали Н. В. Гоголь, Ф. М. Достоевский, Л. Н. Толстой и многие другие, о том умонастроении, которое благодаря им, в частности, возникло в русском обществе, и вы увидите ту глубину человечности, которую внесли мои соотечественники в мировую культуру.

Человек — отнюдь не создание «по образу и подобию божьему», в нем, а значит, в нас самих немало мерзости. Это и агрессивность, унаследованная от далеких предков, которую не успела вычистить биологическая эволюция, и трусость, и алчность, и вероломство, и страсть к стяжательству, и лживость, и многое другое. Подчас становится страшно, когда осознаешь, что именно для существ, обремененных этими пороками, мы строим социализм, думаем об их будущности, тщимся их руками сделать что-то хорошее, ввести их в эпоху ноосферы. И величие нашего классического искусства состоит как раз в том, что оно, обнажая эти присущие человеку пороки, показывает тем не менее, что человек — любой человек — заслуживает любви и «человеческого отношения».

И это принятие принципа «люби ближнего как самого себя», эта классическая русская традиция иногда с удивительной силой проявляется и в нашем современном искусстве. И не только в русском.

Я внимательно слежу за творчеством Виктора Астафьева. Далеко не все, что он говорит, я могу безоговорочно принять. Но в главном… Какая галерея персонажей проходит перед глазами его читателей, какое невероятное разнообразие характеров и

судеб мы встречаем в его книгах! Положительных героев или безупречных личностей я там не заметил. Но сколько у него любви к своим персонажам, сколько боли за их судьбы и желания исправить условия их жизни, сделать их такими, чтобы у каждого могли проявиться те потенциальные силы, которые таятся до поры до времени в каждом человеке. В каждом! Один будет способным на подвиг Матросова, другой станет нежным отцом или врачевателем. Книги В. Астафьева потрясают, как и книги русских классиков.

Эта человеческая линия свойственна в нашей стране не только русскому искусству. Мир обошел удивительный фильм Т. Абуладзе «Покаяние». Бездну горя и человеческих трагедии венчает заключительная фраза: «А зачем дорога, если она не ведет к храму?» Эти слова я воспринимаю как один из важнейших принципов «нравственного императива».

Нет, не обеднела наша страна талантами. И, несмотря на все превратности нашей тяжелейшей судьбы, то богатство мыслей и чувств, которое было добыто талантом и трудом поколений наших соотечественников, живо и развивается. Это, может быть, самый удивительный урок, который преподнесла людям история Советского Союза. Сохранилось представление о том, что жизнь прекрасна сама по себе, и человек по-прежнему это знает с рождения. И порой он узнаёт, сколько прекрасного он может сам внести в жизнь, окружающую нас. И когда это открывается, он тоже оказывается потрясенным.

В Ленинграде живет и трудится замечательный художник Валентина Ивановна Гуркаленко. Она кинорежиссер и делает почти неизвестные широкому экрану 20-минутные фильмы. Мне довелось видеть ее фильм, посвященный И. С. Тургеневу и музею в его усадьбе Спасское-Лутовиново. В фильме не произносятся слова, нет действующих лиц. Вы слышите прекрасную музыку, бродите по аллеям старого парка, смотрите в окно, в которое смотрел писатель, и слышите всего лишь одну строчку его знаменитого стихотворения: «Как хороши, как свежи были розы!»

А зритель из зала выходит преображенным. Он прикоснулся к прекрасному, увидел то, что видел и сумел описать И. С. Тургенев, получил заряд «человечности», стал чуточку лучше. И становятся бессмысленными все сплетни, которые бытуют о личной жизни писателя, все то копание в житейских мелочах, которое чаще всего называется литературоведением.

Вот эта вера в Человека, вера в то, что, каков бы ни был изначальный спектр характеров и жизненных обстоятельств, направленное их изменение может выдвинуть на первый план те качества, которые нам и хочется назвать человеческими, качества,

необходимые Человеку эпохи ноосферы. Вот это и есть та трактовка извечного принципа, которая свойственна русской (и не только русской, конечно) традиции и которая, я в этом убежден, может сыграть важнейшую роль в формировании системы «Учитель».

Принцип благожелательности, который должен лечь в основу «нравственного императива» и всей системы воспитания, несовместим с любым представлением о национальном неравенстве, столь глубоко живущим в сознании и чувствах людей. В какой это страшной, я бы сказал, неандертальской форме проявляется сейчас на Ближнем Востоке, например. Две нации — избранницы Иеговы и Аллаха, разделяет стена ненависти и крови. Можно ли, не преодолев ее, говорить об общепланетарной общности?

А ведь так происходит не только на Ближнем Востоке. Как преодолеть эти барьеры? Ведь без этого путь в эпоху ноосферы заказан. Для этого потребуются самые разнообразные усилия и прежде всего ясное понимание их необходимости. Поэтому важнейшее слово здесь должна сказать наука. Именно объективная наука. Я долго надеялся, что в преодолении национального антагонизма ведущую роль должны сыграть церкви. Но я боюсь, что религиозный фанатизм, представление о других религиях как о ереси, подлежащей уничтожению, еще долго будут мешать выработке единых основ во взаимоотношениях между людьми. Вот почему особое значение я придаю именно научному анализу подобных проблем.

В обществе, а тем более в научном мире, сейчас проявляется все больший интерес к проблемам гуманитарным. Происходит и «гуманизация науки» — явление, которое сегодня еще по-настоящему не осознано. Причины, его порождающие, многообразны.

Одна из них — возрастающая сложность проблем, их взаимообусловленность с другими, не менее сложными; необходимость их изучения в комплексе, исключающая возможность традиционных для физики методов исследования и требующая сочетания математических методов и методов, основанных на интуиции и аналогиях, на историческом подходе и т. д., то есть методов гуманитарные наук.

Другая — постепенное осознание единства человеческих судеб и природы, рождающееся стремление увидеть целостную картину процесса мирового развития.

Эти две причины порождены логикой развития научной мысли. Но есть и чисто практические потребности решения гуманитарных проблем — проблем организации общества,

разумное использование его потенциала, социальные аспекты экономического и экологического развития и многие другие. Они недоступны и «чистым гуманитариям» и одним естественникам тоже. Это пограничные области, требующие сочетания гуманитарной и естественнонаучной культуры. Их разработка обогащает как естественные, так и гуманитарные науки.

Эти тенденции «гуманизации науки» я прочувствовал на собственном опыте. Чем больше лет я занимаюсь естественными науками, тем больше мне недостает гуманитарного образования, и я могу хорошо проследить, как по мере увеличения моего «гуманитарного ценза» менялась и шкала моих естественнонаучных интересов и шкала ценностей. И такой путь прошли, вероятно, многие естественники.

Вначале мне казалось, что настоящее дело — это лишь физика, технические науки и, конечно, математика. Постепенно, однако, интересы сдвигались все больше в сторону проблем, содержащих «гуманитарные составляющие». Теперь, анализируя свой опыт многолетней не только научной, но и педагогической деятельности, я все больше убеждаюсь в необходимости хорошего изначального гуманитарного образования. Надо заметить, что я не сказал что-либо новое — подобные мысли разделяет все большее число физиков, математиков, естественников.

Думая о будущем, о грядущей эпохе ноосферы, я постепенно склоняюсь к убеждению, что наступающий век будет веком гуманитарных наук. Если первая половина нынешнего века прошла под знаком развития технических наук и физики, если во второй половине текущего столетия на первый план стали выдвигаться науки о живом мире, то век наступающий станет веком наук о Человеке. Этот факт не умозрительный — это необходимость, диктуемая появлением «экологического императива».

Вот почему мне кажется, что в системе «Учитель» (как в содержании просветительской деятельности, так и в обучении подрастающих поколений) большую роль станут играть разнообразные знания, формирующие представления о прекрасном, о возможностях человеческого творчества — единственной альтернативе потребительству,

В этом воспитательном цикле особую роль, по моему глубокому убеждению, должно сыграть искусство — настоящее искусство. Этот эпитет имеет право быть присвоенным тогда и только тогда, когда искусство потрясает Человека, открывает глаза на что-то новое, ему доселе неведомое. В этом случае оно становится силой, перестраивающей Человека, создающей новые ценности, силой, способной заставить Человека принять новый

«нравственный императив». Значит, не только знаниям, но и искусству в эпоху ноосферы, их единству предстоит сделаться основой системы «Учитель».

Роль гуманитарных знаний и культуры вообще должна расти по мере развития цивилизации. Это утверждение, по-видимому, достаточно очевидно. Его справедливость нетрудно иллюстрировать всем ходом исторического процесса. И такую точку зрения разделяют, вероятно, большинство из всех, кто задумывается о подобных материях.

Но говоря о возрастающем значении общей гуманитарной культуры е судьбах человечества, одновременно нередко высказывается и представление о том, что должна происходить и унификация культур. При этом ссылаются на развитие коммуникаций, общность техносферы, определяющую унификацию ряда стандартов в условиях жизни независимо от места обитания человека, единство мирового рынка, капитала, ресурсов и т. д. В результате рождается представление, будто будущее человечества станет как бы единой «супернацией» с единым языком и культурой.

Такое представление распространено весьма широко, и оно очень близко к тому, что писал еще 40 лет назад П. Тейяр-де-Шарден. В предыдущих параграфах я уже говорил, что с чисто эволюционной точки зрения подобная унификация противоестественна. Она не может происходить в развивающемся обществе. Тенденция к унификации, если она сделается доминирующей, была бы несчастьем и даже трагедией для человечества. Она была бы показателем его деградации.

Культура, так же как и генетическая память, — это «банк данных» человеческого опыта. Исчезновение любого элемента культуры, так же как исчезновение какого-либо вида, уже никогда не восполнимо. Это навсегда утерянный опыт. Мы потеряли, например, опыт северных народов жить в условиях равновесия с хрупкой природой лесотундры. А теперь каждый наш шаг на север — это экологическая катастрофа. Может быть, и не глобальная, но катастрофа, необратимо разрушающая установившиеся ценозы. Вот также и утеря культурного разнообразия, сужение ее палитры грозят многими тяжелыми последствиями, лишают Человека частицы его знаний и умения, сужают горизонт видимого мира!

Наверное, уместно заметить, что научно-технический прогресс не только дает нам новые технологии, но и в немалой степени влияет на утерю некоторых полезных навыков. Так, например, мы навсегда потеряли секреты дамасской стали. Потеряны многие рецепты народной медицины. Под угрозой уход

в небытие тибетской медицины. Утеряны многие навыки в сохранении экологического равновесия в тех областях земного шара, где его поддерживать особенно трудно. Утеряны записи народов майя, а вместе с ними и их навыки. И многое, многое другое. Все это не просто издержки цивилизации и технического прогресса. Чаще всего это результаты невежества и косности.

Обсуждая проблемы «нравственного императива», я говорил почти исключительно об институте «Учитель». Как бы он ни был важен, проблема, разумеется, к нему одному не сводится. «Нравственный императив» потребует и нового мышления политиков, поскольку в эпоху ноосферы должны будут качественно измениться и отношения между государствами. Политикам придется признать не только существование запрета на силовые способы разрешения противоречий, как когда-то пришлось отказаться от внутривидовой борьбы, но и признать существование общих целей сохранения экологической стабильности планеты. И наконец, необходимость изменения моральных и нравственных принципов жизни людей. Все эти вопросы далеко выходят за рамки компетентности автора этой книги.

В заключение мне хотелось бы обратить внимание на одно важное обстоятельство, которое было предметом многочисленных высказываний профессора Б. Т. Малышева. Люди очень разные. Наряду с агрессивными, стремящимися к личной власти, способными переступать через любые законы существуют и такие, которых Б. Т. Малышев называет «гармонителями». Они стремятся найти компромиссы, предотвратить возможные конфликты. В разные периоды человеческой истории роль тех или иных в прогрессе, в развитии общества была различной. Наверное, на заре истории «человека разумного» он вряд ли мог бы выжить без тех темпераментных «властителей», чья энергия и чье стремление к господству, доставшиеся им в наследство еще от своих диких предков, обеспечивали не только стабильность и благополучие своих племен, но и в немалой степени содействовали отбору, отбраковке негодных организационных структур племенной организации.

Но времена меняются, и то, что было приемлемым и даже необходимым в эпоху раннего палеолита — выдвижение на первый план и наделение властью агрессивных и властолюбивых членов общества, — начало вредить развитию человечества как вида, тормозить развитие цивилизации, а порой и отбрасывать ее назад, как это было во времена Чингисхана или Тамерлана. А сейчас появление на исторической авансцене подобных персонажей просто опасно, опасно для человечества в целом.

Мы вступили в такую эпоху нашей истории, когда один человек может сделаться источником бедствий для всего остального человечества — в руках одного человека могут оказаться сосредоточенными невообразимые мощности, неосторожное, а тем более преступное использование которых может нанести людям непоправимый вред.

Это сейчас понимают уже многие, но ассоциируют подобные опасности только с пресловутой «красной кнопкой», нажатие которой отправит в путь смертоносные ракеты. На самом же деле все значительно сложнее, и человек, наделенный властью, способен, если он не владеет необходимыми нравственными качествами, нанести колоссальный ущерб развитию общества.

Вот почему Б. Т. Малышев подробно обосновывает необходимость тщательного отбора лиц, которым однажды может быть поручено управлять другими людьми и будут вручены права использовать во благо Человека то могущество, которым ныне обладает цивилизация. Людей, способных выполнять эту высокую миссию в современных условиях, он предлагает называть «гармонителями».

Я во многом разделяю эти его взгляды и тоже думаю, что наступающий этап в развитии общества потребует выработки специальных требований, которым должен удовлетворять человек, предназначенный для выполнения «командных» функций.

Рассказав о системе «Учитель», я не оговорился, высказав предположение о том, что в эпоху ноосферы именно корпус учителей может оказаться той базой и той жизненной школой, которая станет способной отбирать людей, годных для руководства другими людьми, и тех, кому может быть доверено распоряжаться тем могуществом, которым мы уже сегодня располагаем.

Поэтому в программах разработки и утверждения «нравственного императива» особое место занимают проблемы подготовки тех, кто будет ее реализовывать.

Точка омега и нравственное единство

Эту первую главу «гуманитарной» части книги я хочу заключить замечаниями о том, что Тейяр-де-Шар-ден назвал «сверхжизнью». Каково будущее эволюции? Куда все идет? Можно ли говорить о цели нашего непрерывного развития?

Эти вопросы в известной степени традиционны для философской мысли, и, наверное, многие пытались нарисовать

себе контуры грядущего.

Тейяр-де-Шарден видел будущее эволюции в слиянии людей, в установлении их интеллектуального и духовного единства. Это состояние мира он и назвал точкой Омега, полагая, что ее достижение означает одновременно и конец мирового эволюционного процесса. Мне кажется, что Тейяр-де-Шарден имел в виду мировой эволюционный процесс, окончание которого он связывал с торжеством Разума, его превращением в единый мировой Разум. Может быть, и его слияние с Богом.

Эти взгляды перекликаются с мыслями другого замечательного мыслителя и поэта, Ф. Тютчева, высказанные им в удивительном четверостишии:

Когда пробьет последний час природы,
Состав частей разрушится земных:
Все зримое опять покроют воды,
И Божий лик изобразится в них.

Идея конечной цели, некой финальной логики в развитии универсума, приводящей к торжеству единого Разума, — красивая и манящая мечта. Можно понять ее последователей, но разделить подобные взгляды я не могу.

Мне далекое будущее, хотя я стараюсь его не обсуждать, представляется совсем иным. И в то же время мне хочется верить, что в процессе эволюции, если человечеству удастся преодолеть буруны тех рифов, которые оно уже видит на своем пути, оно создаст на Земле некоторый коллективный Разум. Более того, в силу природного оптимизма я убежден, что он возникнет.

Эволюцию я вижу как некоторый бесконечно развивающийся процесс самоорганизации, и далекие судьбы человеческие могут быть самыми разными и неожиданными. Человечество — земное человечество и земной Разум, — несмотря на его взлеты и его могущество, может, конечно, и исчезнуть. Нельзя исключить возможность мировых катаклизмов типа ядерной войны или вызванных неосторожным или преступным обращением с новыми технологиями, нечто вроде общепланетарного Чернобыля. Но с «точки зрения Вселенной», если такая точка зрения имеет смысл, подобная катастрофа будет лишь локальным актом гибели земного Разума, подобно гибели динозавров в процессе развития Земли. Тейяровский Универсум не исчезнет. История будет продолжаться, только уже без свидетелей, представляющих биологический вид Homo sapiens.

Сейчас многие говорят о будущем, пытаясь заглянуть и в достаточно отдаленные времена… Мне кажется, что для этого у

нас нет и достаточно хороших возможностей, и даже отправных позиций. А может быть, их и не будет вообще! Сколько раз в своих предсказаниях за последние десятилетия ошибались ученые, причем виднейшие, и в своих профессиональных прогнозах. Они оказывались, как правило, очень в малом совпадающими с тем, что затем нам являла действительность. Даже такой провидец, как В. И. Вернадский, был уверен, что с победой над фашизмом исчезнет мировое зла и перед человечеством откроется перспектива перехода в эпоху ноосферы.

Угадать то новое, что приходит в нашу жизнь по мере ускорения темпов перемен, становится все труднее и труднее. Мне долгое время казалось, что наука и, в частности, информатика позволят создать инструмент, который даст нам возможность заглянуть за горизонт, увидеть поступь приближающихся столетий. Сейчас я боюсь, что это утопия и глубина предвидения ограничивается, может быть, лишь несколькими десятилетиями. И то только тогда, когда речь идет не о частностях, а об общих тенденциях.

Это вовсе не означает, что инструментарий научного прогнозирования не создается или он не нужен. Он необходим и непрерывно совершенствуется вместе с ростом наших знаний о процессах общественного развития, об общих законах эволюции, развития техники, технологии и, конечно, методов работы с информацией. Но ведь вместе с этими знаниями растет и темп перемен. Конец текущего века от его начала отличается не меньше, чем век XIX от эпохи рыцарских турниров. И эти два фактора, наверное, будут всегда коррелированы.

Наконец, вспомним то, о чем я говорил в первой части этой книги. Процесс самоорганизации материального мира в чем-то подобен хаотическому движению турбулентной жидкости: непрерывно возникают и разрушаются квазистабильные образования. И это движение происходит на фоне хаоса, и мы видим прежде всего хаос. Но этот видимый хаос на самом деле структуризован. Целый ряд его тенденций удается проследить, особенно тогда, когда на интересующем нас временном интервале нет точек бифуркации. Что же касается деталей подобных процессов, то их проследить невозможно в принципе. И это справедливо не только для турбулентных течений и других подобных процессов, протекающих в неживой природе, но и для процессов, протекающих в живом веществе и в обществе.

Поэтому не будем удивляться тому, что многие политические, экономические и социологические построения еще относительно недавнего прошлого оказались далекими от реальности, и вернемся к разговору о ближайших десятилетиях. И

здесь, я полагаю, определенная степень единства неизбежна. Она понимается многими и начинает происходить! Она будет важнейшим элементом стратегии выживания, стратегии перехода в эпоху ноосферы. Но это, конечно, совсем не тейяровская Омега. Это единство определенных нравственных и организационных принципов — основа жизнедеятельности нашего космического экипажа.

Я подробно объяснял неизбежность разнообразного плюрализма — политического, культурного, национального, идеологического — не только в перёходный период, но и в эпоху ноосферы. Люди должны научиться жить вместе. Это и есть основа новой нравственности. Умение жить вместе станет тем объединяющим началом, без которого у человечества просто не будет будущего. Принципы «нравственного императива», которым был посвящен предыдущий параграф, — умение искать компромиссы, уважение к чужим жизненным стандартам, умение ценить природу, подавлять собственную агрессивность, ну и, конечно, обретение чувства общепланетарной общности — это все те атрибуты нравственности, которые необходимы уже в самом ближайшем будущем. Не в точке Омега, а в гораздо более близкой точке, скажем, Омега-штрих. Но обретение этого нравственного единства потребует создания специального инструментария кооперативного взаимодействия.

Это прежде всего способность определять цели развития. Во всяком случае, цели ближайшего будущего — цели, общие для всей планеты. Они могут основываться только на компромиссах, ибо условия жизни, жизненные интересы людей — очень разные и будут таковыми всегда! Но поскольку среди интересов существуют общие составляющие, то их отыскание небезнадежно.

Во-вторых, «экологический императив» в сочетании с ясным пониманием целей (не целей Универсума — их не существует, а конкретных целей земной цивилизации) будет диктовать необходимость определенной стратегии, направленного развития биосферы и согласованного с ним поведения отдельных стран, групп людей и т. д.

В-третьих, на планете необходимо должны возникнуть (и уже возникают) некоторые системы коллективного интеллекта.

Это перечисление можно было бы еще и продолжить. Но я ограничусь сказанным и попробую высказать свои соображения по поводу некоторых общеметодических подходов к построению необходимого инструментария. Но сначала я хотел бы вернуться к одному вопросу, о котором я уже говорил в первой части.

Я не раз сталкивался с одной пессимистической позицией. Смысл ее в следующем. Разум — это некоторое свойство живого

вещества, свойство, носящее адаптационный характер. История развития жизни демонстрирует нам непрерывно одну особенность жизнедеятельности биологических видов. Чем лучше они приспособлены к данной конкретной обстановке, чем лучше они сумели обжить свою экологическую нишу, чем лучше они сумели преодолеть конкуренцию других видов, тем больше замедляется их дальнейшее развитие, тем более тупиковым становится перспектива их развития. Примеров, подтверждающих этот тезис, много, и я приводил их в первой части.

Так вот, мозг человека — это наиболее совершенный инструмент адаптации, который создала Природа. Он позволил превратить в экологическую нишу человечества всю нашу планету. И если непосредственно следовать историческим аналогиям, то можно ожидать, что Разум Человека, сделавший его «царем природы», станет однажды причиной его гибели. Один из известнейших астрофизиков, В. Шкловский, полагал, например, что жизнь и цивилизации во Вселенной возникали уже не раз. Но всякий раз они прекращали свое существование благодаря… Разуму! Обеспечив невиданное могущество своему носителю, он затем не мог справиться с трудностями, им самим порожденными. И как всякое свойство адаптации, Разум служил во благо своим носителям лишь до поры до времени.

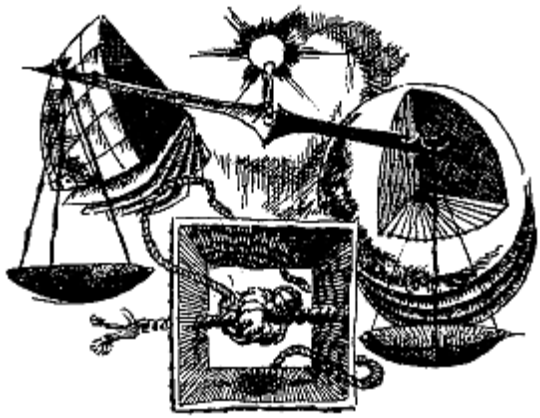
Эта аргументация мне кажется очень серьезной, и просто игнорировать ее нельзя. Действительно, всякое может случиться. Но я скорее склоняюсь к взглядам В. И. Вернадского и П. Тейяр-де-Шардена, которые искренне верили, что именно Разум выведет человечество из всех тупиков. В чем же причина моего оптимизма? Вернее, той гипотезы о возможном обеспечении коэволюции Человека и Природы, которая и служит основной причиной моей работы над этой книгой?

Разум действительно прекратил морфологическое развитие Человека как биологического вида. Об этом я уже говорил. Но он же и позволил создать общественные формы жизни — формы, управляемые Разумом. Значит, Разум — это не просто новая форма адаптации живого вещества к окружающим условиям. Разум — это и качественно новая форма бытия живых существ. Мы еще не знаем всех его возможностей. Нам трудно что-либо утверждать столь же точно, как это делается с помощью законов физики. Но нельзя и переносить непосредственно опыт изучения естественной истории, то есть опыт развития жизни неразумной, на историю жизни общества.

Есть и еще один аргумент, для меня не менее важный. Мы понимаем, точнее, Разум понимает, что он может завести развитие рода человеческого в тупик. Это великое понимание! И

оно должно сделаться достоянием миллиардов людей. Вот тогда у нас возникнет реальная возможность преодолеть ограниченность Разума как средства адаптации биологического вида.

ГЛАВА II
Институты согласия



Еще раз о рациональной организации общества

В первой главе этой части книги я говорил о том, что в нынешних условиях рациональной организацией общества может считаться лишь такая, которая способна обеспечить коэволюцию Природы и Человека. И дальше я говорил, что общество представляет собой и будет представлять в дальнейшем совокупность различных групп, классов, государств и даже регионов, обладающих своими собственными интересами и целями и определенной способностью им следовать. Существование палитры собственных интересов и целей, часто противоречивых устремлений и есть тот фон, на котором разворачивается любая производственная деятельность, определяющая взаимоотношения природы и общества.

Может быть, даже больше — это тот скрытый механизм, который раскручивает всю производственную машину, определяет все действия людей. И без его исследования, без знания того, как можно на него воздействовать, без ясного понимания его роли в жизни общества и возможности его использовать всякие прогнозы экономического и экологического развития и планирования становятся, мягко говоря, необоснованными.

Многие из нас, говоря об общественном развитии, имеют в виду экономику, принимают ее как нечто первичное, которому подчинено все остальное. С конца прошлого века, со времен

Леона Вальраса и появления неоклассицизма, стали говорить о «чистой экономике». Я думаю, что все гораздо сложнее и никакой «чистой экономики» нет. И никогда не было.

В конечном счете ведь не люди существуют для экономики, а экономика, производственная деятельность служит для удовлетворения потребностей человеческих. И именно та сложная противоречивость интересов и целей, которая свойственна человеческому обществу, всегда определяла действия людей и историю общества. И она будет существовать и впредь. Без нее прогресс невозможен!

Экономика, развитие производительных сил, научно-технический прогресс, взаимодействие с окружающей средой — это лишь производные той борьбы противоречий, стремлений и желаний, которая и составляет содержание жизни человеческого общества. Это и есть фундамент экономики и экологии Человека, основа для выбора вариантов человеческой деятельности.

И вот, поняв, почувствовав эти глубинные течения, управляющие общественной историей и общественным сознанием, невольно оказываешься перед вопросом: а можно ли в этом мире, раздираемом противоречиями, неприязнью, злобой и непониманием, накопившимися за многие поколения, вообще говорить о рациональной организации общества, о его способности так согласовать свои действия, чтобы преодолеть трудности «экологического императива»?

Наверное, на этот вопрос у нас еще нет однозначного ответа. Но хочется верить, что ответ на этот вопрос может быть положительным. Эта вера носит пока еще во многом эмоциональный характер. Она основывается на убежденности в том, что именно Разум будет вершить древо эволюции. Но будет ли это земной Разум?

Если Разум — естественный элемент самоорганизации материи, если он возникает во многих мирах, то, может быть, и здесь существует некоторый «высший отбор», связанный со способностью Разума обеспечить гомеостазис своего носителя? Этот вопрос еще долго будет стоять перед обществом.

А пока? Сейчас мы должны искать и искать те пути реорганизации мирового порядка, которые необходимы для рациональной организации общества, те механизмы, которые будут способны обеспечить коэволюцию Природы и Человека. В этой книге мне хотелось бы в самой схематичной форме познакомить читателя со своими размышлениями по трем вопросам, ответы на которые, как мне кажется, имеют первостепенное значение.

Первый. На протяжении всей истории цивилизации мир

разрывали конфликты и споры между людьми, странами, классами. Они так или иначе разрешались, очень часто приводя к разрушительным войнам, которые отбрасывали человечество на много лет назад; его история была отнюдь не прямолинейна. Теперь же, в эпоху «экологического императива», силовые способы разрешения конфликтных ситуаций недопустимы. Люди должны искать для этого новые дороги. Это пути компромиссов, соглашений, взаимовыгодных для всех его участников. Всегда ли они возможны?

В общем случае ответ, конечно, отрицательный — нет. Но ведь конфликты, связанные с экологическими проблемами, не антагонистические. В самом деле, интересы субъектов (возможных «юридических лиц») не могут быть строго противоположными, поскольку они, помимо собственных интересов, заинтересованы в сохранении экологической стабильности всего земного шара. Это обстоятельство позволяет надеяться на возможность отыскания взаимовыгодного компромисса, то есть некоторого коллективного решения проблем, стоящих перец всеми участниками. Чем здесь может помочь научный анализ? Может ли быть предложен разумный способ отыскания таких решений?

Второй. Предположим, что компромиссное решение той или иной экологической проблемы найдено. Это значит, что очертаны определенные границы допустимой активности людей, и она приобретает определенную направленность — определенную кооперативность поведения. Каков должен быть механизм, способный обеспечить достижение этих общих кооперативных целей?

Заметим, что такая деятельность должна быть регламентирована в условиях самостоятельности государств, наличия рыночной системы и всех атрибутов современных экономических отношении, которые сохранятся, конечно, в ближайших десятилетиях.

Третий. Можно ли обеспечить рациональную организацию общества в отсутствие «мирового правительства»? Или, может быть, Организация Объединенных Наций должна будет приобрести некоторые черты «мирового правительства»?

Этот вопрос, наверное, надо было поставить на первое место. Однако, как увидит читатель, в предлагаемом порядке вопросов есть определенная логика, позволяющая именно этим вопросом завершить намеченную программу.

Перечисленные вопросы лишь открывают необъятную тему — организации мирового сообщества.

Коллективные решения и «институты согласия»

Итак, по моему глубокому убеждению, на современном этапе нашей историй особое значение приобретает анализ конфликтов как научная основа человеческой деятельности и целенаправленной эволюции, а также создание специальных методов и процедур поиска и утверждения компромиссных решений. (Эти решения мы будем называть еще и кооперативными, поскольку они определяют совместные действия, направленные на достижение некоторых общих целей.)

Любой компромисс — это коллективное решение, и, следовательно, оно всегда плод коллективного творчества, коллективных усилий специалистов. А поскольку экологические компромиссы касаются многих стран, то создание методов их поиска и процедур их утверждения в жизни требует усилий международных коллективов и специальных международных исследовательских программ. В них должны быть созданы специальные и глубокие знания. Опыта, на основе которого обычно принимаются решения в экономической и политической сферах, совершенно недостаточно для решения проблем экологии Человека в сложных противоречивых условиях современности.

Проблемы компромиссов еще только начинают изучаться специалистами, и их исследования не оказывают пока сколько-нибудь заметного влияния на практику современной жизни, да и на представления людей об эвристических возможностях теории компромиссов. Во время дискуссий по проблемам энвайроментального характера я не раз сталкивался с искренней убежденностью весьма квалифицированных людей в том, что компромиссов в современных экологических ситуациях просто не может быть — нужны какие-то сверхъестественные условия, чтобы могли существовать взаимовыгодные коллективные решения. Значит, только борьба, бескомпромиссная борьба, аналогичная внутривидовой борьбе наших пращуров на ранних ступенях антропогенеза. Она и должна разрешить противоречия. Сами по себе отомрут негодные технологии и выживут те народы и те группы населения, которые лучше приспособятся к изменяющейся экологической ситуации, как это уже не раз случалось в истории человеческого рода.

Я же убежден, что подобный ход событий даже не может обсуждаться в качестве альтернативы. Ныне такая борьба — это конец всему! И с другой стороны, в сложной современной обстановке, в условиях всеобщей угрозы, всегда могут быть найдены взаимовыгодные решения. Об этом же говорит и теория

компромиссов, благодаря которой мы уже знаем, что в огромном количестве сложных экологических ситуаций взаимовыгодные кооперативные соглашения существуют. Их только надо уметь найти!

Вот почему я считаю, что вопросу о компромиссах надо посвятить особое внимание и показать необходимость и возможность возникновения специальной дисциплины, которая объединила бы в себе методологические принципы, экономический и экологический анализ с эффективными методами информатики и прикладной математики, позволяющими отыскивать эффективные коллективные решения.

Что касается методологической основы этой дисциплины, то я уже высказал свою точку зрения. Ключ к ее построению — анализ клубка противоречий и противостояний, их генезиса и связи с целями развития и традиционным видением мира и понятиями «блага», выработанными в тех или иных странах, у тех или иных народов. Это исходная позиция для отыскания компромиссов перед лицом всех тех опасностей, которые встали сегодня на пути развития человеческого рода. И этот анализ, может быть, самый трудный этап построения той синтетической дисциплины, которую я назвал «теория конфликтов».

Если мы будем изучать историю развития живой материи, то увидим, что наряду с борьбой отдельных организмов за пищу, за солнце всегда играла большую роль и совместная, кооперативная деятельность организмов и популяций. Кооперация, коллективное поведение — это столь же естественный механизм самоорганизации, как, скажем, и внутривидовая борьба, о чем я уже говорил в первой части книги.

Примеров кооперативной деятельности в живом мире можно привести сколько угодно. Даже появление многоклеточных существ следует, по-видимому, трактовать как проявление кооперативного начала. Стадная организация популяций живых существ — еще один пример кооперативной деятельности.

Я уверен, что правильно понять общую картину эволюции жизни на нашей планете и возможных перспектив ее развития нельзя без ясного представления о роли кооперативного начала в развитии живого вещества.

История антропогенеза, то есть история становления Человека, также может быть изложена в контексте истории постепенного развития кооперативности. Создание племенных организаций неоантропов, совместный труд, а впоследствии зачатки разделения труда и начало обмена — это все результаты действия кооперативных механизмов, объединяющих усилия для достижения общих целей, смысл которых — обеспечение

стабильности рода, племени, популяции и всего вида Homo sapiens в конечном итоге.

Но самым ярким проявлением кооперативности является, вероятно, отказ нашего предка от индивидуального развития в угоду развитию общественного, подчинение индивидуального поведения общественным нормам. Это означало переход эволюции на новые рельсы, рельсы общественного развития, возникновения морали и нравственности и их основы — запрета «не убий!», который существует у всех народов, во всех религиях. Без этого кооперативного акта не могло бы возникнуть общественной формы жизни и современной цивилизации.

Какие-то зачатки «морали» существуют уже у высших, особенно стадных животных. Они проявляются в специальных формах поведения. Так, например, вожак стада может даже пожертвовать собой ради спасения своих подопечных. Подчинение интереса индивида интересам стада, популяции не столь уж редкое явление, которое изучают этологи. Но оно не препятствует естественному отбору.

У человека подобные принципы поведения, которые подчиняют его действия, его жизнь определенным моральным нормам, играют, конечно, совершенно особую роль. Мораль и нравственность мне хочется трактовать не только как своеобразные формы кооперативного поведения людей, облегчающие им совместное существование, но и как необходимое условие эффективной совместной деятельности, без которой наш далекий предок был бы просто не способен выжить.

Может быть, поэтому этологи пытаются сопоставить «моральный кодекс» некоторых видов животных и нравственность, возникшую в человеческом обществе, увидеть их общность и различие. Мне кажется, что такое сопоставление не лишено определенного интереса, ибо становление морали и нравственности в «человеческом» смысле этого слова, внесшее в жизнь первобытного племени качественно новые особенности, выросло, может быть, из тех «элементарных» запретов, которые существуют у общественных животных.

Действительно, как я об этом уже писал в первой части, система запретов, возникшая на заре общественной жизни, обеспечила возможность возникновения новой формы памяти, которая отсутствует у других живых существ. Мораль обеспечивала сохранение тех, кто был носителем и хранителем новых знаний, мастерства, умения сохранить огонь и все те навыки, которые не передаются генетической памятью или обучением по принципу «делай, как я!», распространенному у животных.

Значит, отказ от внутривидовой борьбы, а следовательно, и от индивидуальной биологической эволюции, означал появление перспективы дальнейшего развития общественных форм жизни, основанной на совершенствовании совместной производственной деятельности людей.

Итак, борьба и сотрудничество — это две стороны одной и той же медали, это диалектическая общность двух противоположных начал. И средства борьбы и формы сотрудничества все время изменялись, усложнялись, совершенствовались по мере развития общества, возникали и новые формы борьбы, и новые формы сотрудничества.

До поры до времени разрешение любых конфликтных ситуаций — так мы условимся называть любые ситуации, в которых нет тождественности целей, интересов, стремлений, — носило стихийный характер. Возникали распри, часто заканчивающиеся войнами и уничтожением целых цивилизаций. Но возникали также и дружественные союзы. Иногда такая кооперативность насаждалась огнем и мечом, как это было, например, при объединении феодальных княжеств. Другой раз люди находили согласие за праздничным столом и т. д. Но всякий раз при создании организации, фокусирующей усилия людей, научный фундамент, а тем более строгий научный расчет отсутствовали.

Теперь, в преддверии эпохи ноосферы, когда каждый неосторожный шаг грозит непоправимыми последствиями, стихийное разрешение конфликтных ситуаций уже недопустимо. Так же, как и развитие биосферы, — разрешение конфликтных ситуаций, во всяком случае, достаточно масштабных, должно быть прерогативой Разума, должно быть направленным, должно вершиться в интересах той новой общности, которую в эпоху ноосферы предстоит образовать человечеству. Поэтому стихийному началу в разрешении споров и конфликтов должны прийти на смену процедуры и методы, основанные на твердом научном фундаменте, на глубоких знаниях тех перспектив, которые способны открыть совместные усилия.

Исходя из подобных соображений, еще в начале 70-х годов параллельно с разработкой системы «Гея» мы начали в Вычислительном центре Академии наук СССР систематическое изучение конфликтных ситуаций, пытаясь развить теорию, которая была бы способной объединить содержательное изучение этой проблемы с созданием математического инструментария, способного давать количественные оценки вариантов стратегии субъектов, принимающих участие в конфликтах, и вырабатывать необходимые рекомендации.

Однако, прежде чем рассказать о тех результатах, которые нам удалось получить, я должен еще объяснить, что мы имеем в виду, произнося слова «конфликт», «компромисс», «кооперация» и т. д., дать им более точное определение, позволяющее использовать математические методы.

Прежде всего подчеркнем еще раз, что интересы любых субъектов, будь то отдельные люди, группа людей, организации, страны, группы стран, никогда не бывают в точности совпадающими. Другими словами, у каждого из них есть собственные цели. Именно цели, а не одна цель. У каждого субъекта всегда есть целая гамма целей. Любое живое существо стремится сохранить себя, дать жизнь другому существу, его защитить и т. д. Так же и у людей. Так же и в технике. Создавая новый самолет, конструктор, например, стремится создать его и более совершенным, и более дешевым, и более надежным. И эти цели чаще всего противоречивы.

И такое имеет место во всех реальных ситуациях. Происходит это и в силу причин объективных, и в силу субъективных факторов — люди разные. У них разное виденье мира. И в одной и той же обстановке два разных человека принимают, как правило, разные решения. C'est la vie, как говорят французы!

Так вот, конфликтными ситуациями условимся называть все ситуации, требующие принятия коллективных решений, в которых субъекты (страны, фирмы, отдельные люди, владеющие ресурсами, правом и возможностью принимать самостоятельные решения) обладают различными, точнее, несовпадающими целями. Некоторые из них могут быть общими, а некоторые различными.

Такое определение, используемое в науке, не совпадает с житейскими представлениями о конфликте как о прямом противоборстве, когда интересы сторон прямо противоположны. Последний случай также, разумеется, является конфликтом, но конфликтом особого рода — его принято называть антагонистическим.

Значит, любая ситуация, в которой нескольким субъектам предстоит принимать решения, является конфликтом, и, следовательно, любое коллективное решение всегда является компромиссом — каждый должен поступиться чем-то ради чего-то. В случае антагонистического конфликта компромисс, очевидно, невозможен: любое решение, выгодное одному из субъектов, заведомо невыгодно другому.

Выбор коллективного решения, то есть отыскание компромисса, очень непростая вещь. Даже сам факт его возможности часто ставится под сомнение. Дело в том, что

решения принимаются людьми, по-разному представляющими себе то, к чему надо стремиться. Значит, для того чтобы быть приемлемым для всех субъектов, участвующих в конфликте, оно должно обладать некоторыми специальными свойствами.

Прежде всего коллективное решение должно быть выгодно всем субъектам, участвующим в данной конфликтной ситуации. Это требование очевидно, иначе им незачем вступать в кооперацию. И не просто выгодно! Если кто-либо из субъектов нарушит договорные обязательства, то в первую очередь пострадать должен именно он. Только в этом случае может существовать определенная гарантия того, что каждый из субъектов выполнит взятые на себя обязательства. Такой компромисс принято называть устойчивым.

Но одной устойчивости еще недостаточно для того, чтобы рассчитывать на то, что компромисс будет принят всеми субъектами; надо еще, чтобы он был эффективным, то есть чтобы его нельзя было улучшить сразу для всех участников конфликта.

На практике оказывается, что сочетание этих двух свойств компромиссов встречается нечасто. Именно поэтому теория коллективных решений весьма бедна научными результатами, а на практике конфликтующим субъектам бывает очень непросто найти взаимоприемлемый компромисс. Кроме того, его просто может и не существовать.

Мы уже видели, что в антагонистических конфликтах взаимовыгодных компромиссов просто не существует. Но их может не быть даже и тогда, когда среди интересов субъектов есть и совпадающие интересы. Кроме того, устойчивые компромиссы могут оказаться неэффективными, и наоборот.

Это одна из причин, почему между людьми так мало согласия и почему им так часто приходится браться за оружие. Правда состоит еще и в том, что люди и сами часто не ведают того, что хороший компромисс-то на самом деле существует. И его только надо уметь найти, что, как правило, совсем непросто.

Вот для отыскания компромиссов и нужна наука, необходимы специальные методы, которые во многих случаях еще предстоит изобрести. По этой причине мы и начали изучение конфликтных ситуаций, и не любых, а таких, где могут существовать устойчивые эффективные компромиссы. Мы поставили себе задачу выяснить все те свойства, которыми должны обладать конфликтные ситуации, чтобы допускать существование эффективных устойчивых компромиссов.

Такие ситуации мы условимся называть кооперативными. Эффективный и устойчивый компромисс накладывает на участников определенные обязательства, заставляет их

действовать в определенных ограничивающих рамках. Совокупность таких кооперативных соглашений, процедур и методов их отыскания и формирования мы и будем называть в дальнейшем «институты согласия». В их основе лежат, как мы видим, специальные кооперативные механизмы, о которых мы уже не раз говорили.

Если следовать традиционным подходам современной математической теории игр, то ситуации, в которых существуют устойчивые и эффективные компромиссы, покажутся весьма экзотическими. Однако, анализируя конкретные случаи, которые нам представляла окружающая действительность, мы постепенно поняли, что в реальной жизни кооперативные ситуации оказываются не такими уж редкими. Так, например, они бывают типичными всякий раз, когда существенную роль играют экологические и другие природные факторы. В некоторых случаях, я их назову простейшими, найти нужное кооперативное соглашение бывает достаточно просто. Для этого требуется только отойти от привычного стереотипа мышления и уметь провести относительно несложные экономические расчеты.

Пример простейшего кооперативного соглашения

Объяснять общие принципы иногда бывает полезно на относительно простых примерах. Так мы и поступим в данном случае, прибегая для этого к проблеме использования воды для орошения.

Проблема распределения воды в Средней Азии — одна из весьма острых хозяйственных проблем этого региона. Вода — это источник жизни, и за нее всегда отчаянно боролись. В Среднеазиатских республиках много оросительных систем. Одна из них в бассейне реки Зеравшан. О ней и пойдет речь.

Зарождается Зеравшан в ледниках Зеравшанского и Гисарского хребтов. Он протекает через ряд областей Узбекистана и орошает поля целого ряда районов. Выходя из гор в безводные и жаркие степи, он постепенно теряет свою мощь горного потока, поскольку его воды полностью разбираются на орошение. Хозяйства, которые находятся в его верхнем течении, оказываются в более выгодном положении по сравнению с теми, которые находятся в его низовьях: им легче пользоваться водой реки. Но именно в низовьях расположены наиболее плодородные земли, и там наиболее жаркий климат, необходимый для хлопководства. Какими принципами следовало бы руководствоваться при распределении водных ресурсов, которых

не хватает, чтобы удовлетворить потребности всех районов?

С государственной точки зрения, с точки зрения единого хозяина, основную воду надо использовать в низовьях, где может расти тонковолокнистый хлопок — наиболее выгодная сельскохозяйственная культура в Средней Азии. Но при таком способе деления воды и так более бедные, расположенные в верховьях реки горные хозяйства, у которых каменистая почва и холодный климат, будут еще больше обделены — им придется нести дополнительные потери. Как здесь быть?

Налицо конфликтная ситуация: каждое из хозяйств стремится получить в свое распоряжение максимальное количество воды, но вода — это вторичная цель. В действительности оно стремится получить по возможности больший доход. Как использовать это обстоятельство для выработки такого коллективного решения, которое было бы выгодно всем хозяйствам зоны Зеравшана?

Вероятно, наиболее разумным принципом окажется тот, который будет рассматривать все хозяйства этой зоны как единый кооператив — кооператив по совместному использованию воды. Но для того, чтобы он был выгоден всем хозяйствам, надо ввести специальный «механизм внутренних цен». Смысл его состоит в следующем, и он вполне очевиден.

Если хозяйства объединятся в некий кооператив, то за счет более рационального использования воды суммарный сбор хлопка и другой сельскохозяйственной продукции окажется большим, чем до кооперирования. Значит, если надлежащим образом разделить этот дополнительный доход между всеми хозяйствами, то каждое из них будет иметь доход больший, чем до кооперирования.

Такое разделение можно произвести бесчисленным количеством способов, один из которых и дает механизм внутренних цен, особенно удобный, когда основным покупателем является государство. В результате такого кооперативного соглашения выигрывают все: и те хозяйства, которые, находясь в верховьях реки, могли раньше неограниченно использовать воду (теперь им придется вводить жесткие лимиты на воду), и тем, которые расположены в зоне пустыни и до кооперирования сидели на голодном водном пайке.

К сожалению, такой простой способ организации института согласия остается пока чисто «теоретическим». В реальной жизни все происходит по-другому. И до сих пор деление воды чем-то напоминает выборы римского папы, когда кардиналов запирают в храме и не выпускают до тех пор, пока из трубы камина не появится белый дым, который означает, что новый папа избран.

Нечто похожее было всегда и здесь. Собирались

представители районов, только не в храме, а в чайхане, и за закрытыми дверями вдали от людских глаз решали, какому району сколько кубометров воды в сутки должно быть отпущено. И эти представители не расходились до тех пор, пока не заканчивали разделение воды и пока документ об этом акте не был подписан всеми участниками.

Затем такая же процедура повторялась в районах, где собирались руководители хозяйств делить отпущенную их району воду. Работа проводилась по той же схеме.

Подобная дележка основана, конечно, не на научных принципах, что ставит хозяйства в неравноправные отношения. А принцип кооперации многим людям просто неизвестен. Кроме того, для его применения надо уметь оценить зависимость урожая от количества поданной на поля воды, уметь наилучшим образом использовать площади угодий, учитывать конъюнктуру рынка и т. д. Все это требует новой культуры. А она приобретается не сразу. Вот и поступают люди так, как делали их отцы и деды, хотя теперь в их распоряжении современные ирригационные системы, оснащенные всей необходимой аппаратурой и компьютерами.

Пример, который я привел, действительно очень прост. Он не требует никаких научных изысканий, и для реализации института согласия достаточно обычно собираемой информации и относительно несложных бухгалтерских расчетов. Но гораздо чаще жизнь сводит нас с ситуациями, в которых и целей больше, и связи более опосредованны — одним словом, ставит нас в положение, когда найти приемлемое коллективное решение уже нельзя без специального научного анализа, без специально разработанной теории. К их описанию я сейчас и перейду.

Ситуация «путешественников в одной лодке»

Первая из таких конфликтных ситуаций была изучена моими коллегами по Вычислительному центру Академии наук СССР профессором Ю. Б. Гермейером и кандидатом физ. — мат. наук И. А. Вателем. Позднее эта ситуация вошла в литературу под названием «путешественники в одной лодке».

Ее особенность состояла в том, что все участники этой конфликтной ситуации, имея разнообразные собственные интересы, были связаны еще и одним общим интересом, общей целью (доплыть до берега). Для того чтобы достичь этой общей цели, каждый из путешественников должен был часть своих ресурсов — продовольствия, воды, физической силы, одежды, нужных ему для достижения своих собственных целей, —

выделить в «общий котел». Иначе им до берега не добраться.

Математическая особенность ситуации «путешественников в одной лодке» состояла в существовании некоторой монотонной зависимости степени достижения общей цели от вкладов путешественников в «общий котел»: чем больше туда будет вложено ресурсов, тем быстрее и легче будет достигнута общая цель.

Оказалось, что к такой ситуации может быть сведено описание многих экологических проблем и они могут быть проанализированы в ее рамках. Чтобы пояснить сказанное, рассмотрим один условный пример.

Как уже говорилось, структура противоречий, которая определяет содержание большинства эволюционных процессов, протекающих в обществе, и связанная с преодолением экологических трудностей, такова, что она никогда не бывает строго антагонистична. Во всяком случае, в математическом смысле этого слова: в спектре интересов субъектов всегда есть некоторая общая составляющая. Отсюда проистекает и универсальность многих математических построений.

Надо заметить, что эта особенность свойственна и миру животных, а не только Человеку. Чисто антагонистические ситуации вовсе не являются самыми типичными. Даже в такой классической и хорошо изученной экологами ситуации, как хищник — жертва, прямого антагонизма нет: хищник без жертв погибнет — это более или менее очевидно. Но и жертвы, например копытные (олени), при отсутствии хищников (волков) более или менее быстро вырождаются. Это утверждение основывается на обширном экспериментальном материале.

В общественной жизни такое явление имеет особенно четко выраженный характер. Оно — следствие чрезвычайной сложности взаимосвязей и взаимозависимости между различными субъектами, активность которых определяет мировой процесс общественной эволюции.

Заметим, что именно сложное переплетение интересов и взаимосвязей определяет устойчивость общественных структур подобно тому, как устойчивость башни Шухова определяется не массивностью конструкции, как у башни Эйфеля, а большим количеством внутренних связей между ее элементами.

Для того чтобы объяснить те особенности, которые вносят в характер конфликтов экологические факторы, я не могу; к сожалению, ограничиться словесным пояснением и должен привести некоторые конкретные расчеты. После этих замечаний перейдем к рассмотрению нашего иллюстративного примера.

Предположим, что два независимых субъекта, которых мы

обозначим через A и B, — это руководители двух заводов, расположенных на берегу одного и того же водоема, реки или озера. Я употребил термин «независимые субъекты», предполагая, что каждый из них имеет в своем распоряжении определенный ресурс (например, деньги) и может им распоряжаться по своему усмотрению. Условимся для определенности, что эти субъекты — директора заводов, принадлежащих разным фирмам, корпорациям или даже странам. Это означает, что между ними нет никаких связей иерархического характера. Но другие связи, например, обусловленные особенностями процессов производства и экологии, быть могут.

Предположим далее, что каждый из этих директоров имеет некоторые «эгоистические» цели. Условимся для определенности, что каждый из них стремится максимально увеличить прибыль собственного завода. Но для производства и жизни коллектива завода им нужна вода. Свежая, чистая вода. Одним больше, другим меньше. Но так или иначе, вода нужна каждому предприятию, и каждому из субъектов приходится отчислять часть средств из собственного бюджета на очистку водоема и строительство очистных сооружений.

Итак, каждый из субъектов находится в условиях, когда он часть собственного бюджета должен расходовать на поддержание экологического равновесия и, следовательно, делать выбор в способах распределения своего ограниченного ресурса по общим целям. Другими словами, распределение ресурса ставит перед каждым из субъектов некоторую задачу многокритериальной оптимизации: надо так распределить свой ресурс, чтобы и доход был побольше, и вода почище.

А ведь ресурс один и тот же. Да и к тому же качество воды зависит не только от действий самого субъекта, но и от его партнера. Ведь они используют воду из одного и того же источника и вместе ее очищают.

Возникает очевидная и непростая задача — создать такую систему отчислений на очистку воды, которая была бы всем этим предприятиям выгодна. В некотором смысле даже оптимальная, чтобы ни одному из предприятий было бы не выгодно отклоняться от принятых однажды договорных отношений. Заметим, что эта ситуация удовлетворяет условиям монотонности, которые использовал в своих исследованиях Ю. Б. Гермейер: чем больше каждый из партнеров выделит денег (или других ресурсов) на очистку воды, тем большей будет степень достижения их общей цели — тем чище будет вода.

Попробуем теперь эту задачу описать с помощью языка математики. Наши пояснения будут очень просты, но они

позволят увидеть некоторые специфические особенности проблемы.

Итак, есть два предприятия A и B. Каждое из них располагает некоторым ресурсом. Для простоты рассуждений пусть это будут деньги. В реальной жизни бывает, конечно, сложнее — приходится учитывать многие виды ресурсов: и деньги, и рабочую силу, и технику. Но такое упрощение не меняет содержания проблемы.

Обозначим через Q_A и Q_B количество денег, которые могут потратить предприятия A и B соответственно и на совершенствование предприятий, что дает им дополнительную прибыль, и на создание коллективных очистных сооружений. Через Y_A и Y_B в обозначим те доли ресурсов, которые руководители предприятий A и B предполагают вложить в развитие своих предприятий, а через X_A и X_B — доли своих ресурсов, которые они собираются использовать на создание системы очистки воды. Предположим также, что никаких других трат у предприятий нет. Тогда очевидны следующие балансовые соотношения:

$X_A + Y_A = Q_A + Y_B = Q_B$.

Значит,

$X_A = Q_A — Y_B$; $X_B = Q_B — Y_B$.

Выделяя на реконструкцию или развитие предприятий сумму Y_A, руководство предприятия A должно знать тот эффект, который оно получит от этой деятельности, например, дополнительную прибыль. Обозначим ее через $\Psi_A(Y_A)$. Ψ_A будет, очевидно, монотонно возрастающей функцией величины инвестиций Y_A: чем больше предприятие вкладывает в собственное совершенствование, тем больше должен быть эффект. Точно так же мы определим и функцию $\Psi_B(Y_B)$ — результат капиталовложений в реконструкцию предприятия B.

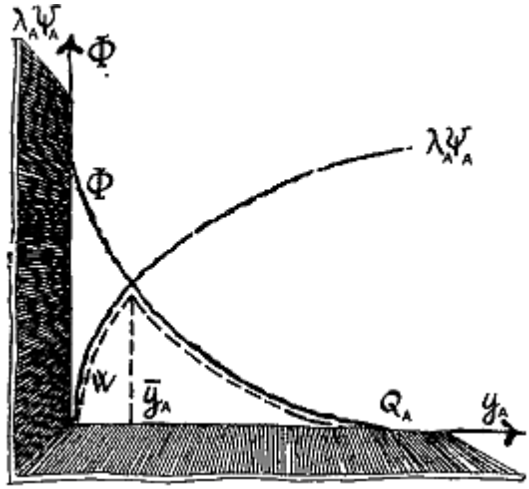


Рис.3.

Теперь о капиталовложениях в систему очистки воды. Качество воды, которое мы обозначим через Ф, будет зависеть от того, какое количество денег будут вкладывать в это дело оба партнера, то есть от их общих совместных действий:

$\Phi = \Phi(X_A, X_B) = \Phi(Q_A — Y_A; Q_B — Y_B)$.

Эта функция будет монотонно возрастающей функцией каждой из своих переменных X_A и X_B, соответственно, монотонно убывающей функцией Y_A и Y_B.

Используя эти обозначения, интересы предприятия А мы можем записать в следующей форме:

$\Psi_A(Y_A) \Rightarrow \max$;

$\Phi(Q_A — Y_A, Q_B — Y_B) \Rightarrow \max$.

И точно так же мы можем описать интересы и предприятия В:

$\Psi_B(Y_B) \Rightarrow \max$;

$\Phi(Q_A — Y_A, Q_B — Y_B) \Rightarrow \max$.

Эти выражения означают, что каждое из предприятий стремится одновременно и увеличить свой доход Ψ и чистоту воды Ф. Они это не могут делать независимо друг от друга, поскольку качество воды зависит от их совместных действий.

Обратим внимание на то, что, проведя анализ этой конфликтной ситуации, мы неизбежно должны решить одну промежуточную и очень непростую задачу. Поясним ее следующим образом.

Предположим, что предприятию А известны действия предприятия В, то есть ему известна величина $Q_B — Y_B$ — количество ресурса, которое выделяет предприятие В на очистку воды. Тогда действия предприятия А уже могут быть полностью самостоятельными. И перед ним стоит задача: как разделить свой

ресурс между двумя целями, когда результат полностью зависит только от него самого?

Оказывается, математика на этот вопрос не может дать однозначного ответа — для этого необходима некоторая дополнительная гипотеза. Поскольку непосредственной связи между доходом и чистотой воды нет, руководство предприятия должно уметь соизмерять свои интересы, знать, в каком соотношении находятся обе цели, которые преследует предприятие.

Другими словами, оно должно уметь назначить некий коэффициент Λ_A, соизмеряющий критерии Ψ_A и Ф. Теперь мы эти критерии будем записывать как Ф и Λ_A Ψ_A и полагать, что Ф и Λ_A Ψ_A имеют по величине один порядок. Это означает, что чем меньше Λ_A, тем большее значение субъект А придает своему внутреннему «эгоистическому» критерию, то есть доходу, и тем меньшее значение для него играет качество воды Ф.

Если руководство предприятия не может соизмерить или сопоставить важность обоих показателей, то это означает одно из двух: либо ему безразличны величины этих показателей (они не отражают его интересов), либо это руководство некомпетентно, недостаточно хорошо знает нужды руководимого им предприятия или коллектива. В обоих случаях такое руководство не должно иметь юридического права определять судьбу своего предприятия. Подобные случаи, которые, увы, нередки, мы рассматривать не будем.

Итак, предположим, что этот коэффициент соизмерения Λ_A введен. Тогда критерии Ф и Λ_A Ψ_A имеют один порядок. Последнее означает, в частности, что мы можем, как это принято говорить в исследовании операций, сделать свертку обоих критериев, то есть заменить критерии Ф и Λ_A Ψ_A одним. Провести свертку критериев можно бесчисленным множеством способов, каждый из которых является специальной гипотезой, о чем я буду говорить ниже. В данном случае удобно в качестве такого нового критерия ввести величину

$W_A = \min(Ф\ \Lambda_A\ \Psi_A)$

Таким образом, значение нового критерия определяется наименьшим из чисел $Ф(Y_A)$ и Λ_A $\Psi_A Y_A$.Напомним, что величину Y в мы считаем фиксированной.

Смысл введенного нового критерия можно пояснить с помощью рисунка (см. рис. 3). Величина Λ_A $\Psi_A(Y_A)$, очевидно, возрастает монотонно вместе с ростом капиталовложений в предприятие — Y_A Величина Ф — степень очистки, наоборот, будет монотонно убывающей функцией Уд, поскольку чем больше денег будет израсходовано на реконструкцию предприятия, тем

меньше у него останется денег на очистку воды. (Эти кривые изображены на прилагаемом рисунке.).

На этом же рисунке изображена пунктиром зависимость величины W_A от Y_A если $Y_A = 0$, то есть все средства идут на очистку воды, то и дополнительная прибыль предприятия, полученная за счет его реконструкции, также равна нулю. Следовательно, и $W_A = 0$. Точно так же и тогда, когда все деньги израсходованы на реконструкцию, качество воды будет самым плохим и $W = 0$. В этом случае прибыль будет высокой, но вода не будет очищаться совсем! Очевидно, что у величины W существует максимум. Мы обозначим его через Y_A.

Поскольку, как мы это предположили, субъект А сумел соизмерить ценность обоих критериев, то выбор величины Y_A, а следовательно, и затрат на очистку воды $X_A = = Q_A — Y_A$ очевиден: субъекту А выгоднее всего выбрать величину Y_A равной $\tilde{Y}_A$ то есть равной тому значению, которое доставляет критерию W_A максимальное значение.

Еще раз: когда деятельность человека оценивается не одним, а несколькими показателями, то для выбора своего способа действий он необходимо должен уметь соизмерить значения этих показателей при том или ином способе действий. Соотношение значений показателей определяет их объективное значение для данного субъекта, для его общественной стабильности, для его процветания в данных конкретных условиях.

Другое дело, что субъект может и не знать этого соизмерения: находится, например, в плену иллюзий или традиций и, наконец, просто совершать ошибки. Но существование величины Λ_A соизмеряющей показатели, — факт, объективно обусловленный внешними и внутренними условиями жизни того или иного социального организма, — это «внутренний компромисс» субъекта.

Итак, объективные цели субъекта А мы можем записать в следующем виде:

$W_A(Y_A, Y_B) \Rightarrow \max$.

Это выражение означает, что субъект А стремится так выбрать соотношение средств, выделяемых им на развитие предприятия и очистку воды, чтобы доставить максимальное значение функционалу (показателю) W_A. В таком виде могут быть записаны и цели субъекта В:

$W_B(Y_A, Y_B) \Rightarrow \max$.

Я уже заметил, что свертка критериев — замена двух показателей одним — это тоже некоторая гипотеза, как и выбор коэффициента-соизмерителя А. Но природа этой гипотезы совершенно отлична от той, которая определяет выбор параметра

А. В последнем случае этот «соизмеритель» объективно существует, но субъект его может не знать точно. Что же касается замены двух показателей одним, то это акт субъективный. Можно делать эту замену и по-другому. Однако предложенная свертка в данной ситуации естественна, она означает, что каждый из субъектов стремится в максимальной степени улучшить худший из показателей.

Эти правила выбора полностью решали бы проблему, если бы действия субъектов были бы независимы. Но величина показателя, оценка собственного положения партнером А, например, зависит от величины Y_B, которая находится в распоряжении другого субъекта. Точно так же и W_B зависит не только от выбора субъекта В, но и от того, как распорядится своими ресурсами субъект А.

Значит, в этих условиях взаимозависимости субъектов А и В любое индивидуальное решение без учета действий другого субъекта будет не просто неоправданным или необоснованным. Оно может оказаться по-настоящему вредным или даже опасным для субъекта, принимающего решение. В этом случае нельзя обойтись без коллективного, согласованного решения или кооперативного решения, если использовать терминологию, принятую в теории конфликтов. Это кооперативное решение и процедуры его выработки мы и назвали «институтами согласия». Такие соглашения, как я уже об этом говорил, должны быть взаимовыгодными и эффективными.

Так вот, основным результатом, основной заслугой теории Гермейера — Вателя является доказательство существования в конфликтных ситуациях, подобных той, которую мы изучаем в этом параграфе (а она, по нашему определению, конфликтна, поскольку показатели W_A и W_B различны), взаимовыгодного и эффективного компромисса.

Другими словами, в данной ситуации институт согласия возможен, и процедуры выработки кооперативного соглашения, как мы увидим, достаточно просты.

Очень важно, что авторы дали четкие правила отыскания этого кооперативного решения. Это правило можно сформулировать в следующем виде: коллективным, то есть совместным, выбором величин Y_A и Y_B должны быть величины $Y_A = Y_A^*$ $Y_B = Y_B^*$, удовлетворяющие следующим условиям:

$$W_A(Y_A^*,Y_B^*) = \max_{Y_A} W_A(Y_A^*,Y_B^*);$$

$$W_B(Y_A^*,Y_B^*) = \max_{Y_B} W_B(Y_A^*,Y_B^*).$$

Решение, которое формально определяется этими

выражениями, носит в математике название ситуации равновесия. Значит, теория утверждает, что взаимовыгодным и эффективным, то есть неулучшаемым, коллективным соглашением в подобных конфликтах будет ситуация равновесия.

Но надо еще уметь найти это состояние равновесия. Оказалось, что и это сделать не очень сложно. В теории Гермейера — Вателя показано: для того чтобы величины Y_A^* и Y_B^* определяли ситуацию равновесия, необходимо и достаточно, чтобы они были решениями следующей системы уравнений:

$$\Phi(Q_A - Y_A^*; Q_B - Y_B^*) = \Lambda_A \Psi_A(Y_A^*);$$

$$\Phi(Q_A - Y_A^*; Q_B - Y_B^*) = \Lambda_B \Psi_B(Y_B^*);$$

Итак, оказывается, чтобы построить «институт согласия», то есть найти такие кооперативные соглашения, которые не только выгодны всем участникам, но и являются эффективными (неулучшаемыми одновременно для всех партнеров рассматриваемой конфликтной ситуации), достаточно решить относительно простую систему уравнений. Если, конечно, в распоряжении исследователей есть вся необходимая информация.

Здесь я рассказал о фрагментах теории конфликтов на примере ситуации, которая особенно проста. Но и в более сложных случаях задача отыскания взаимовыгодных компромиссов, когда степень достижения общей цели монотонно зависит от вкладываемого ресурса, достаточно проста с точки зрения математика.

Главная трудность в отыскании компромисса состоит не в математике и не в расчетах. При построении «институтов согласия», как это видно из рассмотренного примера, необходимо знать структуру «целевых функций» Φ и Ψ — как зависит степень очистки воды от вложенных средств, как зависят дополнительные доходы предприятий, их конкурентоспособность от вкладываемых капиталов и, наконец, как соотносятся основные показатели, то есть каковы коэффициенты Λ_A и Λ_B.

Последнее, может быть, самое трудное, поскольку при соизмерении показателей весьма большую роль играет субъективный фактор. Но эти трудности компенсируются одной замечательной способностью кооперативных соглашений подобного рода: чем точнее каждый из субъектов представит исследователю, формирующему компромисс, свою информацию, тем выгоднее будет для него самого кооперативное соглашение. Возможные ошибки, а также и прямая ложь только снижают эффективность «институтов согласия». Поэтому, если соглашение заключается повторно, каждый из субъектов будет иметь возможность (и будет стремиться ее использовать) уточнить те данные, которые он предоставляет исследователю для выработки

соглашения и которые раньше были ему плохо известны.

Некоторые комментарии

Вернемся еще раз к примеру, который мы только что обсуждали. Он умышленно упрощен по сравнению с теми ситуациями, которые встречаются в жизни. Только так я и мог показать содержание тех рассуждений, которые нужны для поиска компромисса. Да и то мне пришлось нарушить правило и использовать в книге, рассчитанной на широкого читателя, некоторые элементы математического языка. Но совсем без него здесь, кажется, обойтись невозможно.

Итак, был рассмотрен конфликт: два юридических лица, имеющих разные интересы, оказались взаимозависимыми — их действия оказывали влияние на общую экологическую обстановку. Поэтому им оказалось необходимым выбрать некоторый способ совместных действий. И хотя каждый из них стремился обеспечить для себя наиболее благоприятные условия, они вынуждены искать соглашение, поступаться частью своих интересов, ибо в противном случае они оба могут оказаться в большой беде.

Когда начинают изучать подобную проблему отыскания взаимовыгодных коллективных решений, то неизбежно возникают два вопроса. Во-первых, а существует ли вообще какой-либо взаимовыгодный «оптимальный» или хотя бы взаимоприемлемый компромисс? А в данном примере: существуют ли справедливые квоты вложений в очистные сооружения? Последнее означает, что если какая-нибудь из сторон отступит от условий компромисса, который, конечно, является коллективным решением, то она понесет безусловный убыток. Оказалось, кроме того, что этот компромисс нельзя улучшить одновременно для всех партнеров или противников. Другими словами, компромисс эффективен.

Во-вторых, Ю. Б. Гермейер и И. А. Ватель разработали метод, с помощью которого можно рассчитать индивидуальные вклады (квоты), которые обязаны вкладывать партнеры в достижение общих целей — в данном примере в создание очистных сооружений, в которых нуждаются все участники этого конфликта.

Теория Гермейера — Вателя оказалась весьма универсальным средством анализа конфликтных ситуаций и инструментом для разработки того механизма, который мы условились называть «институтом согласия».

Итак, для существования компромисса необходимо, чтобы партнеры (участники конфликта) имели некоторую общую цель.

Но одного этого условия еще недостаточно, чтобы прийти к необходимому соглашению. Другими словами, не во всех случаях, когда у партнеров есть общая цель (общий интерес), она может служить основой кооперативного соглашения, основой «института согласия»; взаимовыгодного соглашения просто может и не быть, как и в случае антагонистического конфликта. Для его существования необходима еще определенная структура зависимости степени приближения к этой общей цели от действий участников конфликта.

В конце шестидесятых годов автором этой книги совместно с покойным ныне Ю. Б. Гермейером была выдвинута в качестве одной из важнейших программа исследования условий, допускающих существование компромиссов в неантагонистических конфликтных ситуациях. Теория, развитая Ю. Б. Гермейером и И. А. Ва-телем, была первым и важнейшим шагом в реализации этой программы. Они рассмотрели первое и, как нам казалось, наиболее естественное условие — условие монотонности: изучая ситуацию «путешественников в одной лодке», они полагали, что степень достижения цели монотонно зависит от вкладов партнеров. Образно говоря, чем сильнее каждый из них будет грести, тем быстрее их лодка доплывет до берега. Вот в подобной ситуации, как уже говорилось, всегда существует взаимовыгодный эффективный компромисс, то есть всегда может быть создан «институт согласия».

Изученная ситуация «путешественников в одной лодке» оказалась весьма удобной моделью для описания конфликтов, связанных с учетом экологических факторов. С ее помощью удалось продвинуться в решении целого ряда энвайроментальных проблем, в том числе и в проблеме «кислых дождей».

Но жизнь обычно гораздо сложнее любой схемы. Она нас непрерывно ставит в новые условия, для которых старые рецепты оказываются неприменимыми. Сегодня мы уже знаем, в частности, что далеко не всегда степень достижения общей цели монотонно зависит от усилий или вкладов партнеров. С одним из таких примеров нам скоро придется познакомиться. Таким образом, теория Гермейера — Вателя оказывается, к сожалению, не универсальной, как нам казалось сначала. Тем не менее она послужила путеводной нитью для анализа многих более трудных проблем.

Но оказалось, что отсутствие тех зависимостей, которыми обладает схема «путешественники в одной лодке», еще вовсе не означает невозможности существования взаимовыгодного эффективного компромисса. Только его нельзя обнаружить теми методами, о которых я рассказывал и которые лежат в основе

теории Гермейера — Вателя. В 1983 году мы встретились с одной из подобных ситуаций.

В первой части я уже рассказывал о наших исследованиях «ядерной зимы» и «ядерной ночи». Они, как мне кажется, должны показать непредубежденному человеку, что ядерная война означает конец цивилизации, конец человечеству, конец всему. Я также рассказал и о том, что возможны и другие типы нагрузок на биосферу, переход через экстремальные значения которых способен привести к началу необратимых процессов. И их исход предсказать мы не можем.

В результате подобного хода событий биосфера может перейти в такое состояние, которое исключит возможность существования человечества. Поэтому кажется, что общей целью человечества, всех его народов и государств, вне зависимости от их социального строя, географического положения, исторических судеб и традиций, является сохранение стабильности биосферы, ее основных свойств как условия, необходимого для устойчивого развития общества.

Появление общепланетарных целей — это то новое, что пришло в нашу жизнь в конце XX века. Оно может, как мне кажется, и сделаться той причиной, которая побудит народы и их правительства искать приемлемые компромиссы и стратегии своего развития в своих взаимоотношениях с природой и другими народами, стратегии, способные обеспечить необходимую стабильность окружающей среды, стратегии, которые, разумеется, исключили бы риск военных столкновений. В противном случае все остальные цели и стремления окажутся просто лишенными всякого смысла!

К сожалению, многие из подобных глобальных конфликтных ситуаций, в том числе и гонка вооружений, оказались значительно более сложными, чем те, для которых была разработана теория, послужившая темой предыдущего раздела. Это следствие того, что критерии, которые здесь возникают, и уменьшение риска ядерной войны в том числе, не удовлетворяют свойству монотонности.

Но последнее, как мы уже говорили, еще не означает, что компромисса нет вообще и «конец света» неизбежен. Может быть, компромисс и существует, но обнаружить его старыми методами не удается. Теорию Гермейера — Вателя для исследования проблемы гонки вооружений применить непосредственно нельзя. Для этого потребовалось существенно усовершенствовать методы анализа.

«Институты согласия» в условиях

экстремальных нагрузок на биосферу

Обдумывая конфликтную ситуацию гонки вооружений — эту поистине гонку к пропасти, мне казалось противоестественной сама мысль об отсутствии взаимоприемлемого и даже взаимовыгодного компромисса. Конечно, каждая страна преследует свои собственные цели, стремится обеспечить собственные интересы. Но ведь каждая из них должна также стремиться сохранить самое себя. А это значит, что она должна стремиться уменьшить риск ядерной войны в первую очередь. И если руководству стран, народов доступен этот здравый смысл, если им свойственно стремление удержаться над пропастью, то этого, наверное, должно оказаться достаточно для того, чтобы построить «институт согласия»! И я верю, что так и есть на самом деле. Плата за непонимание этого факта столь велика, что трудно в нем заподозрить людей, стоящих во главе государств.

Опираясь на эти интуитивные соображения, осенью 1983 года я сделал попытку проанализировать математическими методами структуру той конфликтной ситуации, которая называется «гонка ядерных вооружений».

Повторю еще раз, я считал, что основополагающим во всех исследованиях процесса гонки вооружений должно быть предположение о том, что всем странам, всем народам свойственно стремление уменьшить по возможности риск ядерной войны. Если этого стремления нет хотя бы у одной из стран, если хотя бы один участник ядерной трагедии допускает возможность достижения своих целей с помощью использования ядерного оружия, то говорить об «институте согласия» и искать взаимовыгодные компромиссы бессмысленно. Столь же бессмысленно, как объяснять самоубийце, сколь опасно бросаться вниз с карниза небоскреба.

Второй аргумент, я о нем уже говорил, в известном смысле следствие первого. Если все отчетливо понимают, что ядерная война — это самоубийство, то, каковы бы ни были их другие цели и интересы, все участники конфликта должны подчинить эти цели и интересы стремлению избежать ядерной войны. Если этого не случится, то все остальное теряет смысл. Значит, они не только должны будут искать, но и найти им всем необходимый компромисс. Если говорить словами математика, то мне казалось, что первого условия достаточно для существования взаимовыгодного компромисса.

Уже начало исследований выявило основные трудности, поскольку сразу стало более или менее очевидным, что ситуация, которую мы назвали «гонкой ядерных вооружений»,

принципиально не сводится к изученной схеме «путешественников в одной лодке», ибо важнейшую роль в ней играют не сами затраты на вооружение, а соотношение сил. Кроме того, риск возникновения ядерной войны, как оказалось, зависит очень непросто от тех затрат на вооружение, которые делает каждая из стран, участвующих в конфликте.

Поясним особенности этой ситуации на абстрактном примере двух стран. Очевидно, что риск ядерной войны между этими странами равен нулю, если обе страны вообще не имеют ядерного оружия. Предположим теперь, что у одной из них уже есть некоторый запас ядерного вооружения. Как будет меняться риск возможного столкновения в зависимости от поведения другой стороны, от приобретения ею собственного ядерного потенциала?

Очевидно, что риск будет минимальным (но не равным нулю), когда соотношение сил окажется равным — военные и политики почему-то называют такое соотношение сил условием равной безопасности. Однако этот минимум уже не будет равен нулю, как в случае полного отсутствия ядерных арсеналов, ибо сбросить со счетов возможность существования людей, способных начать ядерный конфликт и в условиях равенства вооружений, нельзя. Причем чем выше этот уровень вооружений, тем выше будет и риск развязывания войны, ибо большой запас оружия создает иллюзию о собственном «абсолютном» могуществе, ненаказуемости и вседозволенности.

Если равенства вооружений нет и у другой стороны уровень вооружений выше, то его дальнейшее наращивание будет лишь увеличивать разницу в соотношении сил, а следовательно, и риск развязывания войны. Заметим, что и одностороннее сокращение вооружений другой стороны в условиях равенства вооружений также увеличивает риск, поскольку растет разница в уровнях вооружений.

Таким образом, зависимость величины риска от ресурса, затрачиваемого на создание ядерного оружия, весьма сложна.

Именно это обстоятельство качественно отличает абстрактную модель ситуации «гонка ядерных вооружений» от ситуации «путешественники в одной лодке», которую я рассмотрел в предыдущих разделах. Здесь тоже есть общая цель — уменьшить риск ядерной войны. Но зависимость величины риска — степени достижения общей цели, уже не является, как это мы видели, монотонной функцией капиталовложений конфликтующих сторон. Вот почему и не удается использовать здесь те методы, которые были разработаны Ю. Б. Гермейером и И. А. Вателем для анализа ситуации «путешественников в одной лодке».

В 1983 году я построил некоторую абстрактную модель ситуации, которая была бы удобной схемой анализа конфликтов типа «гонки ядерных вооружений», подобно тому, как схема «путешественников в одной лодке» хорошо описывала основные черты конфликтов в экологоэкономических ситуациях. В основу этой схемы были положены следующие принципы.

1. Все страны, участвующие в конфликте, имеют право распоряжаться своими ресурсами без всяких ограничений юридического характера — они полностью суверенны. Этот принцип отвечает идеалам Организации Объединенных Наций.

Можно говорить, что в реальных условиях этот принцип реализуется не в полной степени. Но для абстрактной модели я не видел другой приемлемой альтернативы.

2. Все страны в процессе конфликта сохраняют свои социальные системы, а значит, и весь спектр присущих им интересов и целей. Это очень важный принцип — он отвечает тем реалиям, с которыми нам приходится иметь дело.

Я убежден в том, что любая прогностическая модель, способная оценить возможные изменения в отношениях между странами и помочь построить «институты согласия», должна исходить из предположения о том, что и впредь, во всяком случае в обозримом будущем, все страны сохранят свои социальные системы и будут поэтому иметь различные спектры своих интересов и целей (эту точку зрения я подробно обосновывал в первой главе этой части). И задача науки как раз и состоит в том, чтобы найти пути для возможных соглашений, обеспечивающих не просто сосуществование стран с различными политическими и социальными системами, а организацию их совместных усилий, необходимых для обеспечения коэволюции Природы и Общества.

3. Основной спектр интересов участников конфликтной ситуации связан и со стремлением обеспечить по возможности более высокий уровень жизни, удовлетворить определенным амбициям как в военной, так и в экономической сферах и удовлетворить давлению военно-промышленного комплекса и т. д.

Для разных стран соотношение этих целей может быть самым различным и, конечно, зависит от их социальной структуры, традиций и т. д. Так, например, для социалистических стран любое отвлечение ресурсов от внутренних социальных или экономических целей является бедствием. В то же время для капиталистической экономики обеспечение высокого уровня затрат на вооружение (или другие непроизводственные расходы) может оказаться если и не необходимым, то, во всяком случае, желательным.

4. Все страны, участвующие в конфликте, стремятся снизить риск ядерной войны.

Я уже подчеркивал, что этот принцип является ключевым, без него компромисса в гонке вооружений не будет. Другое дело, что роль этого критерия в шкале ценностей того или иного государства или нации может быть весьма различной. Последнее зависит не только от характера социальной системы, но и, например, от уровня информированности о последствиях ядерной войны. Но как бы там ни было, если та или иная сторона собирается начать ядерную войну, то любые поиски компромисса становятся бессмысленными.

5. У каждой из стран, участвующих в конфликте, имеется единственный источник ресурсов — ее собственная экономика. И для достижения любых целей страна может черпать ресурс лишь из одного источника. Если она на обеспечение военных нужд израсходовала больше средств, то у нее, естественно, останется меньше потенциала для обеспечения своих социальных и прочих потребностей. Я думаю, что это тоже приемлемая (хотя и не совсем точная) аксиома. При построении модели учитывалось также, что объем ресурсов у каждой из стран разный.

Я еще раз хочу подчеркнуть, что в рассматриваемой абстрактной схеме считалось, что цели каждой из конфликтующих сторон весьма многообразны и каждое из государств распределяет ресурс по собственному усмотрению, которое диктуется его социальной структурой, традициями, идеалами, политическими доктринами и т. д. Никакие внешние давления во внимание не принимались.

Исходя из этих принципов, в конце 1983 года мной была построена и опубликована абстрактная математическая модель «гонки ядерных вооружений». Употребляя термин «абстрактная математическая модель», я тем самым хочу подчеркнуть, что никакие конкретные сведения, относящиеся к особенностям экономики, а тем более вооружений той или иной страны, в модели не используются. Предполагаются только самые общие свойства «целевых функций».

Например, такие: промышленность развивается тем быстрее, чем больше средств вкладывается в ее развитие, благосостояние народа также является монотонно возрастающей функцией средств, вкладываемых в социальное развитие, и т. д. Что же касается функции риска возникновения ядерной войны, то, как я уже об этом говорил, она остается довольно сложной функцией двух переменных (в случае двух «противников»), по каждой из которых она имеет один минимум. Подробное изложение модели и ее анализ даны в последней главе упомянутой ранее нашей

коллективной монографии «Человек и биосфера». Здесь я привожу лишь некоторые окончательные результаты.

Исследования абстрактной модели, поскольку в ней отсутствуют какие-либо числовые данные, носят, разумеется, чисто качественный характер. В этом, конечно, ее слабость, так как проведенные исследования не позволяют получить количественных характеристик и сформулировать конкретные рекомендации.

Но одновременно в этом и ее сила: абстрактный характер модели позволяет делать заключения самого общего характера, выявлять наиболее существенные особенности, присущие рассматриваемой ситуации, которые легко просмотреть, когда они скрыты за лесом конкретных деталей.

Так вот, основной вывод, который следовал из анализа этой абстрактной модели, состоял в следующем. Несмотря на сложную зависимость целевой функции, общей для всех партнеров (функции риска ядерной войны), от действий участников конфликта, основная гипотеза, которая играла роль отправной позиции в проведенном исследовании, подтвердилась; в такой сверхсложной и сверхопасной ситуации, какой является гонка ядерных вооружений, существует взаимовыгодный и эффективный компромисс. Другими словами, и здесь может быть создан «институт согласия».

Конечно, факт его существования еще недостаточен для решения реальной проблемы устранения конфликта. Надо еще уметь найти необходимый компромисс и, в частности, суметь определить для стран, участников гонки вооружений, приемлемые уровни этих вооружений. Ответ на такой вопрос требует уже гораздо более детальной информации и многих количественных характеристик, трудных и сложных исследований. Но знание того факта, что компромисс существует, что он будет выгоден всем, может оказаться важнейшим стимулом в поиске трудных решений, столь бесконечно важных сегодня для человечества.

Он существует, и его поиск, как бы он ни был труден, приведет однажды к успеху!

Подведем некоторые итоги

Несмотря на всю условность, примеры, рассмотренные в этой главе, демонстрируют достаточно четко ту исходную позицию, которая, по мнению автора, необходима для анализа процессов коэволюции Человека и биосферы. Нам необходимо научиться описывать и анализировать конфликты между людьми, между

Человеком и окружающей средой. Надо научиться обнажать противоречия, которые всегда существуют в обществе, и создавать методы отыскания коллективных решений, которые всегда будут некоторыми компромиссами. Должно возникнуть ясное понимание того факта, что в наш век «экологического императива» и ядерного оружия без компромиссов, без «институтов согласия» дальнейшее развитие общества перспектив не имеет!

Рассмотрение глобальных проблем в этом ракурсе заставляет нас совсем по-иному проводить исследования, нежели это делалось в семидесятых годах в работах Римского клуба и аналогичных исследованиях. Еще и сегодня большинство исследователей, занимающихся проблемами поиска альтернативы современному положению вещей, направляют свои усилия на изучение глобального экономического процесса и на попытки включить в него некоторые вопросы экологии и демографии. Такие процессы нельзя, конечно, игнорировать — их надо изучать и дальше.

Но, по моему глубокому убеждению, акценты должны быть существенно смещены. Я думаю, что главные усилия должны быть направлены на изучение основ бытия человечества — спектра его интересов (потребностей) и тех возможностей, которые еще не используются для управления процессами, протекающими в биосфере и человеческом обществе.

Изучение интересов людей, групп, классов, стран и планеты в целом представляется, конечно, весьма сложным. Основная трудность, с которой мы здесь сталкиваемся, состоит в том, что структура интересов содержит большой элемент субъективизма. Одна и та же ситуация разными людьми может оцениваться совсем по-разному. Отсюда и проистекает основная неопределенность.

Но, с другой стороны, существуют и процессы, объективно присущие любому общественному организму. И предприятию, и государству. Они связаны, в частности, со стремлением всего живого сохранить свой гомеостазис и обеспечить возможность дальнейшего развития. Однако, утверждая это, надо иметь в виду, что гомеостазис сам по себе тоже является своеобразной формой компромисса, поскольку он соизмеряет потребности самой различной природы.

При изучении мира животных мы также видим эту противоречивость потребностей. Но там она устраняется почти на генетическом уровне: как установили физиологи и этологи, у животных всегда пли почти всегда существует некоторая доминанта, зависящая от обстоятельств, конечно! Коллизия

«буриданов осел» у животных практически не встречается. Это явление типично только для людей. Поэтому в человеческом обществе все бесконечно сложнее. В поведении людей тоже может быть выделена доминанта, но она очень персонифицирована.

Кажется, что перечисление всех этих трудностей и неопределенностей может заставить относиться с сомнением ко всем построениям этой главы: могут ли они привести к каким-либо достоверным и надежным результатам?

Но такое сомнение равнозначно отрицанию объективных законов общественного развития и объективности интересов общественных организмов любого иерархического уровня. Оставаясь же на позициях физикализма и признавая диалектику исторического процесса, мы должны принять в качестве основополагающей гипотезы возможность познания объективных свойств совместного развития биосферы и общества во всем многообразии случайностей и неопределенностей.

Но, принимая это положение, мы должны отдавать себе ясный отчет в двух обстоятельствах. Во-первых, законы общественного бытия проявляются как тенденции. Они не так точны, как законы Ньютона. В них гораздо выше уровень неопределенности и стохастики (впрочем, в жизни микромира их не меньше). Значит, для их правильного использования надо развивать соответствующие методы и глубже понимать связь общих закономерностей живого, неживого мира и общества.

Во-вторых, надо принимать во внимание, что традиционные методы исследования, развитые в естественных науках, не могут быть автоматически перенесены в общественную сферу; и надо стараться использовать другие пути для познания истины, которые рассматривают Человека не посторонним наблюдателем, как в физике, а активным участником общественного процесса. И одним из них является метод абстрактных моделей, оперирующий лишь с самыми общими зависимостями степени достижения целей и удовлетворения интересов от действий участников конфликта.

Вот почему качественные выводы, а не точный количественный результат являются первым и, может быть, основным итогом поиска. Но и он уже очень важен для практики. Это важный шаг в новом направлении поисков альтернативы. А дальше, уже видя горизонты, можно переходить и к более конкретным исследованиям.

Основную трудность в использовании развиваемых подходов и решении проблем, связанных с созданием «институтов согласия», я вижу не в тех неопределенностях, о которых я только что рассказывал, а в том, чтобы преодолеть инертность

стереотипного мышления и отсутствие точного, взаимопонятного языка.

В самом деле, когда мы читаем материалы, относящиеся к проблемам разоружения, то сразу встречаем те основные понятия — ключевые слова, — которыми оперируют военные, дипломаты, политики: сбалансированность вооружений, обеспечение равной безопасности и т. д. Из-за того, что эти термины не определены точно и однозначно, и из-за их чисто интуитивного происхождения они не могут быть формализованы, каждая страна дает им то толкование, которое кажется ей более соответствующим собственным целям. Это порождает дополнительные и часто непреодолимые трудности при переговорах.

Я думаю, что язык абстрактных моделей как раз и способен сыграть роль своеобразного «переговорного эсперанто». Одним словом, без языка абстрактных моделей, позволяющего давать четкие, однозначные определения и указывать пределы допустимых действий, в глобальной экологической проблематике, как мне кажется, обойтись не удастся.

Как было бы важно, чтобы эти очевидные положения понимали не только математики, разрабатывающие теорию конфликтов, но и политики, экономисты и просто образованные люди!

Анализ абстрактной (модели «гонки ядерных вооружений» показывает, что, несмотря на стремление по возможности уменьшить риск ядерной катастрофы, уровень ядерных вооружений, выгодный обеим странам, оказывается отличным от нуля (подобный анализ проводился только для случая, когда в конфликте участвуют две страны). Этот факт довольно трудно объяснить, не прибегая к языку математики и не проводя хотя бы минимальных вычислений. Но в общих чертах причина сводится к тому, что капиталистические страны не могут прекратить финансирование военно-промышленного комплекса: быстрое исчезновение этого сектора может привести к экономическому краху.

В то же время единственное, действительно приемлемое решение, снимающее с человечества ожидание возможного кошмара ядерной войны, — это полный отказ от ядерного оружия. Как же сделать такое решение взаимовыгодным?

Это, как показывает анализ нашей абстрактной модели, сделать нельзя, не расширив множества возможных стратегий поведения стран и структуры капиталовложений прежде всего. И кажется, что такое расширение, во всяком случае с математической точки зрения, возможно.

Рассмотрим один из возможных вариантов расширения кооперативных стратегий. Предположим, например, что в рамках Организации Объединенных Наций существует космическая система наблюдения и регистрации возможных запусков ракет. Эта система является кооперативной собственностью всех ядерных держав. Она создана и содержится на их средства.

Существование такой системы резко снижает боевую эффективность ракетно-ядерных средств; причем чем больше в нее вкладывается средств, чем более совершенной она становится, тем больше снижается эффективность средств поражения. Заметим, расширение стратегий нас снова привело к условию монотонности.

Так вот, абстрактная модель, построенная с учетом создания такой коллективной информационной системы, снова допускает существование взаимовыгодного и эффективного компромисса. Но она обладает еще одним важнейшим свойством: при достаточных затратах на ее создание и эксплуатацию взаимовыгодный уровень вооружений может оказаться нулевым.

Понять смысл такого вывода не очень сложно. При достаточно высокой эффективности такой полицейской информационной системы даже обычных вооружений оказывается достаточно, чтобы парировать любые непредвиденные обстоятельства, конечно, при условии прочности «мирового кооперативного соглашения»! Понимание этого обстоятельства должно стать неотъемлемой составляющей нового мышления.

У проблемы ликвидации ядерного оружия есть один аспект, о котором пока еще говорят явно недостаточно. Дело в том, что создание установки, способной запустить ракету с ядерным зарядом из любой точки земного шара в любую другую точку, стоит относительно недорого, и уже сегодня это доступно не только большинству государств, но и отдельным группам лиц. И мы не имеем права исключить возможность террористического акта, который может быть вызван самыми различными причинами, в том числе и психической неполноценностью.

Эти соображения заставляют рассматривать проблему разоружения еще в одном ракурсе. Я глубоко убежден, что ее решение потребует существенного изменения статуса Организации Объединенных Наций, придания ей некоторых функций мирового правительства и, во всяком случае, создания в ее рамках специальных полицейских сил, владеющих как средствами наблюдения, так и средствами, позволяющими предупредить любой террористический акт подобного рода.

Еще раз о проблемах коэволюции

Обеспечение коэволюции, совместного гармоничного развития Природы и Общества, и есть центральная проблема теории развития ноосферы. И выработке совместной стратегии человечества, имеющей своей целью ее обеспечение, как я убежден, предстоит занять важнейшее месте в коллективных усилиях всех стран земного шара. Именно коллективных, и каждому придется чем-то поступиться ради общих целей. О некоторых проблемах подобного рода я уже рассказал в этой главе. По существу все собственно экологические проблемы сводятся к соизмерению своих действий с возможностями окружающей среды.

Адаптация общества к новым условиям жизни всегда требует и организационных перестроек, то есть изменения характера общественных организаций, моральных и нравственных основ общества. А это самые консервативные составляющие человеческого бытия, и их перестройка, понуждаемая внешней необходимостью, носит, как правило, стихийный и болезненный характер.

Но теперь рассчитывать на действенность таких стихийных механизмов не приходится. Внешние условия изменяются чересчур быстро. А рассогласование, противоречия между условиями бытия и сознанием, несоответствие форм общественной жизни, ее организационных структур, ее моральной основы изменяющимся условиям жизни могут оказаться гибельными. Преодоление этого противоречия, этого рассогласования, как мне кажется, должно идти по двум путям.

Первое — целенаправленное воспитание общества и перестройка его нравственно-этического фундамента.

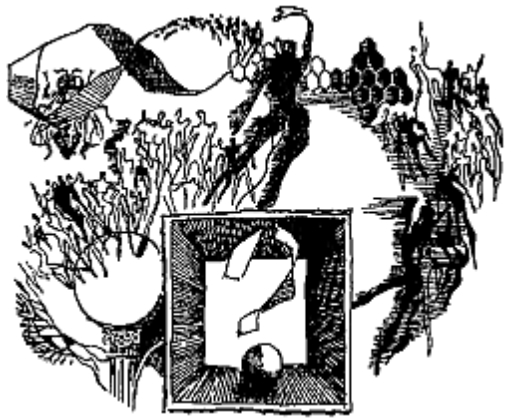
Второе — ограничение характера развития производительных сил. И не просто система запретов на темпы развития и объемы производства товаров, энергии и т. д. Речь идет о согласовании того, как это производство будет менять экологическую обстановку на планете, с тем, насколько общество будет готово приспособиться к этим изменениям. А это означает не только широкое распространение безотходных и энергосберегающих технологий. Их будет недостаточно. Понадобятся изменения характера потребностей людей, изменения их потребительских идеалов, переход от общества потребления к какому-то новому отношению к вещам. Это может быть только следствием существенного изменения образа жизни, в том числе и пищевых рационов.

Вопросы, о которых идет речь, не имели прецедента в прошлом и достойны составлять новые направления в обществоведении и других науках. Потребности общества в

условиях современных экологических трудностей будут определяться не только произведенным продуктом, но и тем, как он был произведен, то есть выбором технологий и созданием новых, экологически безопасных.

Проблемы стабильной жизнедеятельности, экологические условия и другие социальные факторы будут постепенно приобретать доминирующее значение. Наука должна быть к этому готова.

ГЛАВА III
Сверхжизнь: направляемое развитие Возможно ли оно?



Общие рассуждения

Тейяр-де-Шарден полагал, что эволюция человеческого рода идет по пути его консолидации, объединения, превращения в нечто единое целое, слияние его интеллекта с его волей. И этот процесс постепенной консолидации людей он назвал «сверхжизнью». Я думаю, что эволюция будет происходить несколько по-иному, хотя мне тоже кажется, что термин «сверхжизнь» вполне уместен как название того состояния человечества, если оно сумеет себя сохранить в нынешний переходный и очень опасный период «преджизни».

Человечество — это миллиарды людей, обладающих своими интересами, своими желаниями, своими идеалами, своей волей. Все люди различны. Они не похожи друг на друга. Каждый из них — личность. И в этом многообразии залог прогрессирующего развития, залог здоровья человечества как биологического вида.

Новые пути, новые идеи, новые нестандартные решения, а их и требует все ускоряющаяся жизнь, могут быть, следовательно, только бесконечно разного образа мышления, бесконечно разного поведения и ракурсов видения проблем, стоящих перед людьми. Превращение человеческого общества в некоторый аналог муравейника с утерей или даже ущербностью индивидуальностей было бы трагедией — началом заката цивилизации, а не сверхжизнью.

И в то же время неуправляемая, неорганизованная стихия,

рождаемая миллиардами людей, — это другая крайность, которая также может завести человечество в тупик и вывести его на «роковую черту» — нарушить «экологический императив», разрушить возможность существования человечества на нашей планете.

Такая стихия не только до поры до времени имела право на существование. Это был, вероятно, неизбежный этап истории популяции Homo sapiens. Но на рубеже второго и третьего тысячелетий нашей эры подобный стихийный хаос из фактора, стимулирующего ее развитие, может быть, даже необходимого для него, превратился в причину возможной деградации человечества как биологического вида и разрушения его цивилизации, во всяком случае!

Значит, на нынешнем рубеже истории мы сталкиваемся с противоречием, казалось бы, непримиримым. Нам нужен плюрализм, нужно разнообразие образов поведения и мышления, для развития нужна и стихия. И вместе с тем эти же факторы нас выбрасывают за границу нашего гомеостазиса. Возможно ли разрешение встающих при этом противоречий? Существует ли проход в этих рифах, преграждающих течение нашего развития, рифах, буруны над которыми мы уже хорошо различаем?

Если этот проход будет найден, если человечество сможет его преодолеть, то следующий этап истории я и буду называть сверхжизнью. Так сформулированное понятие уже очень далеко от взглядов Тейяр-де-Шардена и представляет собой, по сути, описанную уже мной эпоху ноосферы.

Теперь мне хочется представить несколько более подробно ее контуры и тем самым дать возможность читателю самому решить, что здесь является утопией, а что может представить основу для активной человеческой деятельности, ее отправной позицией.

В чем суть вопроса — деятельность человечества теперь уже не может представлять собой безбрежного моря человеческих страстей и активности. Она должна быть определенным образом канализирована — введена в определенное русло с довольно четко очерченными берегами. Человеческой деятельности должна быть присуща известная направленность, как и деятельность экипажа космического корабля. Если она станет неуправляемой — такое предположение было бы утопией, — ее реализация будет трагедией. Следовательно, она должна быть именно направляемой. Возможно ли это?

Я не хочу давать однозначного ответа, его не будет. Да и вряд ли кто-либо мог взять на себя смелость предсказать ход событий. Но обратить внимание на известные возможности в обеспечении направляемого развития общества необходимо, и в этом я и вижу

свою основную задачу.

До сих пор я говорил главным образом о двух началах — о существовании «экологического императива» и как условие его обеспечения — «императива нравственного». Кроме того, я рассказал о своих взглядах на пути разрешения крупномасштабных экологических конфликтов, о так называемых «институтах согласия».

Стремление обеспечить выполнение условий «экологического императива» в той или иной форме, например, в форме стремления уменьшить риск ядерной войны — создает общую цель, которая может служить источником кооперативных соглашений. «Институты согласия» могут оказаться той формой диалога между народами, диалога, основанного на коллективном изучении ситуации, который поможет конфликтующим сторонам сформулировать цели направленного развития планеты и общества и дать общие ориентиры странам в использовании тех средств, которые имеются в распоряжении национальных правительств.

«Институты согласия», как мы видели в предыдущей главе, могут служить инструментом и для преодоления тех или иных глобальных и региональных трудностей. Одним словом, «институты согласия» весьма универсальное средство объединения усилий людей. Однако их задача— лишь наметить ориентиры, систему показателей. Остается еще задача практических действий — распределение ресурсов во времени таким образом, чтобы цели направляемого развития Природы и общества, цели, которые выработали «институты согласия», были бы достигнуты.

Чтобы объяснить, какой мне представляется схема действий (процедур, вычислений и т. д.), необходимо сказать, какой смысл я вкладываю в понятие «направляемое развитие», в чем его отличие от управления. Сделаю это на достаточно простом примере, чтобы объяснить существо дела, не загромождая изложение бесчисленными деталями. На примере управления каскадом водохранилищ, вроде того самого Зеравшана, о котором рассказывалось в предыдущей главе.

Направляемое развитие и скользящий план

Вот один из вопросов, которые естественным образом возникают, когда мы начинаем задумываться над проблемой, сформулированной в предыдущем параграфе: нельзя ли в ее решении опереться на методы теории управления — теории,

которая в настоящее время превратилась в одну из самых развитых технических наук и оснащенных совершенными методами математического анализа? Попробуем в этом разобраться.

Несмотря на то, что управлением люди стали заниматься с того времени, как они стали людьми, наука об управлении насчитывает всего лишь около полутора веков. Принято считать, что ее основателями были русский инженер И. В. Вышнеградский (ставший позднее министром финансов императора Александра II) и знаменитый английский физик Дж. Максвелл. В сороковых годах прошлого века независимо друг от друга они разработали теорию регулятора Уатта — автоматического устройства, регулирующего обороты паровой машины. Основное их достижение состояло в том, что они сформулировали принципы расчета параметров регулятора в системе паровая машина — регулятор, которые обеспечивали устойчивое функционирование всей системы.

Эти работы послужили импульсом для целого потока исследований, которые еще в конце XIX века позволили создать научный фундамент проектирования механизмов управления сложными техническими системами. С общеметодологической точки зрения основной успех новой дисциплины связан с открытием принципа обратной связи — принципа, который, как мы видели, был усвоен живой природой на самой заре ее появления. Но для систем, которые управляются человеком, овладение этим принципом имело огромное значение: любая система всегда подвержена случайным и неконтролируемым воздействиям, и, следовательно, управляющее воздействие не может быть полностью определено заранее, и любая программа действий должна корректироваться в зависимости от характера и величины непредсказуемых внешних воздействий. Без обратной связи никакая управляемая система не сможет достигнуть предписанных ей целей.

В XX веке и особенно в послевоенные годы спектр вопросов, изучаемых теорией управления, сильно расширился. Изменилось и усложнилось понимание смысла задач, которые призвана решать та теория. Так, например, еще в предвоенные годы обратная связь понималась главным образом как формирование управляющего воздействия в виде линейной функции отклонений от предписанного режима, который к тому же считался стационарным. Примером такой системы управления является автопилот, который реализует управление рулями самолета в зависимости от величины отклонения курса, высоты полета и других его параметров от наперед заданных значений.

Сейчас представление о процессе управления и структуре обратной связи существенно усложнилось. Ныне это лишь составная часть управляющей системы. И под обратной связью мы понимаем теперь такую «подсистему системы управления», которая способна вносить изменения в программу достижения цели управления в зависимости от изменений в непредсказуемой внешней обстановке. Те принципы классической инженерной науки, которые были выработаны в ней, всего лишь специальный частный случай концепций современной теории управления.

Однако, и мне хочется это подчеркнуть, именно в рамках теории управления техническими системами родилась та система взглядов, которой мы сегодня обязаны современной концепцией управления сложными стохастическими системами, в том числе и управления процессами социальной природы.

Согласно современным воззрениям процесс управления должен содержать следующие три важнейших этапа:

а) формирование цели управления;

в) формирование программы достижения цели управления;

с) создание механизмов обратной связи, препятствующих действию случайных и непредсказуемых заранее внешних воздействий.

Опишем все три составляющие.

Прежде всего цель. Нельзя даже говорить об управлении, если нет четко поставленной цели. Бесцельного управления не бывает. В случае регулятора Уатта целью управления было поддержание постоянства числа оборотов, которое должна давать паровая машина. Целью управляющей системы, именуемой автопилотом, является поддержание заданного режима полета самолета и т. д. В технических системах нет проблемы цели — там она всегда носит экзогенный характер, она задается извне, на основе соображений и информации, которая не содержится в системе (в крайнем случае это предмет предпроектного анализа, если речь идет о сложных технических системах многоцелевого назначения).

Совершенно иное дело в системах социальных, системах, функционирование которых определяет в той или иной степени судьбы людей. Пример такой системы мы рассматривали в одном из параграфов предыдущей главы. Там рассказывалось о проблеме распределения водных ресурсов реки Зеравшан. Эта сложная техническая система состоит из разнообразных водозаборов и водосбросов, небольших водохранилищ, ирригационных систем и т. д. Управляющие воздействия — распределение воды. Можно ли для этой системы задать цель управления извне, подобно тому, как мы задаем цель

космической ракете, когда используем возможности управления, чтобы вывести космическую станцию на заданную орбиту?

Очевидно, что нет! Цели подобных систем формируются внутри самой системы, где, помимо всех водосборов, водохранилищ и т. п., еще существуют люди, большие коллективы, которые нуждаются в этой самой воде. Они самостоятельны, у них свои интересы, свои цели, которым они имеют возможность следовать, и самое главное — эти цели различны! А для выработки общего коллективного решения об использовании воды требуется специальная и сложная система процедур — требуется специальный «институт согласия».

Таким образом, в системах, среди «элементов» которых есть люди, коллективы, организации, определение целей управления превращается в самостоятельную и сложнейшую процедуру.

Представим себе, что «институту согласия» удалось преодолеть все трудности, связанные с выработкой этой цели, и цель управления (именно пока только цель, а не цели) сформулирована. (Так же, как в случае с рекой Зеравшан, где в результате кооперативного согласия общей целью стала максимизация суммарного урожая хлопка.) Как поступать дальше?

Следующий этап — это составление программы распределения ресурса, обеспечивающей достижение цели управления. В нашем примере такая программа должна представлять собой правила распределения воды во времени по районам, которые пересекает река. Причем это распределение должно обладать таким свойством, чтобы обеспечить максимальный суммарный урожай хлопка во всей зоне орошения.

Чтобы решить эту задачу, необходимы модели роста растений в зависимости от того количества воды, которое будет подаваться на поля, и, конечно, от внешних условий, прежде всего погодных, влажности почвы и т. д. Но все эти внешние факторы так или иначе не являются точно прогнозируемыми. Поэтому, чтобы составить программу действий для достижения цели, мы должны задаваться некоторым сценарием этой внешней обстановки (прежде всего погоды). Заметим, что это еще одна, может быть и промежуточная, но достаточно трудная проблема.

Значит, программа распределения ресурса и того последовательного изменения ситуации — в данном случае состояния хлопковых полей — является весьма условной. Она рассчитывается лишь для некоторых гипотетических условий внешней среды. Реальные условия будут неизбежно иными, а значит, и все состояние системы, и прежде всего характер роста растений, будет отличаться от расчетного. Значит, подавать на

поля заранее рассчитанное количество воды заведомо будет нецелесообразно. Одним словом, нужна обратная связь.

Когда инженеры открыли принцип обратной связи, то первые механизмы, ее реализующие, действовали весьма примитивно. Поясним это на примере работы автопилота. Представим себе, что самолет должен летать по прямой на заданной высоте, что ветер дует с постоянной скоростью параллельно земной поверхности. Но предположим, что произошел неожиданный порыв ветра, направленный вертикально, и самолет начал подниматься. Чувствительные измерительные элементы сразу зафиксируют этот факт, а силовые устройства самолета немедленно среагируют — они отклонят вниз рули высоты, заставив самолет вернуться на старую траекторию полета.

Рассмотрим теперь несколько иную ситуацию. Предположим, что навигационные приборы самолета на некоторое время вышли из строя и самолет значительно отклонился от расчетной траектории перелета из точки А в точку В. Надо ли ему возвращаться на старый курс, чтобы все-таки достигнуть порт назначения?

Вряд ли в этом есть необходимость. Штурман, наверное, рассчитает новый курс, взяв за отправную некоторую точку С, в которой вследствие непредвиденных обстоятельств оказался самолет, и использует новый сценарий метеорологической обстановки. Другими словами, он проложит новый курс, но теперь уже из точки С в точку В.

Изложенный способ управления полетом — коррекция программы полета по новой информации о его пространственном положении — также реализует обратную связь, поскольку новые управляющие воздействия пилота на самолет определяются в зависимости от изменения внешней обстановки. Но это уже совершенно иной способ реализации принципа обратной связи — его действие сразу нацелено на достижение конечной цели, а не на ликвидацию отклонения от расчетного режима, как это было в случае регулятора Уатта или автопилота.

Это более сложный и совершенный тип механизма обратной связи. Если простейшие ее формы реализации, начало изучения которых было положено еще Максвеллом и Вышнеградским, допускали полную автоматизацию, как в регуляторе Уатта или автопилоте, то обратная связь, ориентированная сразу на достижение конечной цели, уже не является рефлекторной — вспомним терминологию первой части, — она связывает реакцию системы, в данном случае самолета, с внешним воздействием сложным алгоритмом, требует интеллектуальных усилий, использования вычислительной техники и т. д.

Вернемся, однако, к нашему примеру с рекой Зеравшан. Итак, в результате кооперативного соглашения была точно определена цель: обеспечение максимума урожая хлопка (более точно: стоимости урожая хлопка, ибо хлопок в зависимости от почвы и климатических зон может быть разным). Далее, составляется сценарий внешней обстановки — предполагаемых погодных условий и всех ее следствий. Используя этот сценарий, специалисты в области информатики с помощью систем моделей, имитирующих процесс роста хлопка, рассчитывают программу: как надо распределить воду между хозяйствами, чтобы максимизировать суммарную стоимость урожая. Это трудная задача. Она требует квалификации, и достаточно высокой, лишь на первом этапе при создании системы моделей, когда математическое обеспечение, необходимое для решения задачи о выборе оптимальной программы, очень нужно. А когда система будет создана, то той группе людей, которых условно назовем управляющим органом, останется простая задача сбора информации и работы с пакетом оптимизационных программ.

По прошествии некоторого времени — декады, нескольких дней — обнаруживается, что не все идет так, как планировалось. Не совсем те погоды, другая влажность почвы, иной уровень солнечной радиации, по-другому растут растения. Значит, нужна обратная связь — нужно менять программу распределения воды с учетом изменившихся условий. Очевидно, что в этом случае никакого автоматического устройства типа регулятора Уатта не придумаешь, — нужна нерефлекторная обратная связь того второго типа, о котором я только что рассказывал. И тогда по новой информации о состоянии посевов и с учетом тех погодных условий, которые наблюдаются, следует составить новый сценарий, а по нему рассчитать новую программу и т. д.

Такая схема управления достаточно проста, во всяком случае, в концептуальном плане. В теории управления она носит название «метода скользящего плана». По мере развития вычислительной техники и методов информатики концепция скользящего плана находит все большее применение.

До сих пор речь шла о проблемах управления, и я изложил общую схему управляемого процесса в социально-технической сфере. Несмотря на то, что все изложение я построил на рассказе об одном относительно простом примере, предлагаемая схема достаточно универсальна.

Но чем отличается смысл выражения «направляемое развитие» от понятия «управляемый процесс»?

Как мы увидим, прежде всего в сложности.

В управляемом процессе всегда присутствует, как мы видели,

четко формулируемая цель. А в жизни общества, в жизни любой ее ячейки всегда существует целое множество целей, и ни одна из них не может быть достаточно четко определена, чтобы прямо использовать отработанные методы теории управления. Любые «институты согласия», любые кооперативные соглашения способны установить лишь некоторые конкретные цели локального характера.

Для пояснения вернемся снова к тому примеру, который был нами только что рассмотрен, только попробуем проанализировать его с несколько более общих позиций. Итак, речь будет идти о зоне орошения той же реки Зеравшан. В ней больше сотни сельскохозяйственных предприятий, и она населена многими десятками тысяч людей. Это целый мир со своими интересами и судьбами. У него есть, конечно, и некоторые общие цели — подъем благосостояния людей, улучшение их здоровья, экологическая стабильность и многое другое. Но можно ли их использовать для организации регионального управления по схеме, которая была только что изложена?

Очевидно, что нет. Зона орошения, как некоторый социально-экономический комплекс, не может считаться управляемой системой. В то же время, используя существующие ресурсы, можно изменять ситуацию в желательную сторону. Например, можно разработать проект рационального использования воды для орошения, и он будет решать некоторую частную проблему, скажем, увеличения доходов. А ее решение, в свою очередь, может помочь решить и социальные проблемы региона. Следовательно, процесс рационального использования воды уже является процессом управляемым.

Таким образом, система, которая не является управляемой в строгом смысле этого слова, является направляемой. А для обеспечения желательного направления в развитии этой системы могут быть выделены некоторые региональные программы, реализация которых уже представляет собой управляемые процессы. Вот для решения этих частных задач в полной мере могут быть использованы отработанные методы теории управления.

Собственно, нечто подобное должно происходить и в обществе — я имею в виду общепланетарную экологическую ситуацию.

У любого организма, будь то живое существо, государство или даже общепланетарная общность, всегда есть «главная цель» — сохранение гомеостазиса. И мы в принципе можем назвать те причины, которые способны его нарушить, а следовательно, и определить некоторую систему запретов. Ее-то мы и условились

называть «экологическим императивом». И значит, цель сохранения гомеостазиса рода человеческого превращается в проблему такого использования ресурсов, находящихся в распоряжении Человека, которое обеспечивает выполнение условий «экологического императива».

Но так сформулированная цель недостаточно определенна для того, чтобы реализовать процесс управления по той общей схеме, которая нами изложена. В то же время нельзя допустить спонтанного, стихийного развития общественных процессов, поскольку чрезвычайно велик риск того, что такое развитие выведет общество за границу области гомеостазиса, за «роковую черту». В этом случае мы так же, как и в примере с зоной орошения, можем говорить только о частных программах.

Итак, такое развитие общества, когда его ничем не ограниченная стихия недопустима, а управляемое развитие невозможно в силу множественности локальных целей и принципиальной невозможности централизованного использования ресурсов, и тем не менее оно должно происходить в рамках определенных запретов, я и буду называть направляемым развитием общества. Здесь конкретная цель заменяется системой ограничений. В этом случае, используя механизмы «институтов согласия», вырабатывается некоторая совокупность международных проектов, управление которыми осуществляется по изложенным схемам.

Таким образом, если в управляемых системах объектом управления является вся система, то в направляемых в качестве объектов управления выступают лишь отдельные ее характеристики.

Я привел один пример направляемой Системы — системы с направляемым развитием (речь шла о зоне орошения). Это относительно простой случай, когда удалось выделить одну из характеристик системы — доход от сельскохозяйственного производства, увеличение которого положительно отзовется на всем регионе. Но изложенный подход имеет более широкое значение. И мне важно обсудить излагаемые подходы и саму проблему управляемости на более сложном материале и имеющем более непосредственное отношение к рассматриваемым в этой книге проблемам.

Несколько замечании об управлении народнохозяйственным организмом

Экономические процессы в силу огромного количества независимых производителей и потребителей в течение всей

истории представляли собой стихию. Конечно, время от времени делались попытки определенной регламентации экономической деятельности вроде запрета на экспорт шерсти — не изделий из шерсти, а именно «сырой» шерсти, который существовал в Англии в XVII и XVIII веках. Они давали тот или иной эффект, но говорить об управляемом развитии в этих условиях было нельзя.

В XVIII веке постепенно утверждаются капиталистические отношения и провозглашается лозунг «laissez faire» — дайте делать деньги деньгам. Рождается и Рынок. Вернее, извечно существовавший рынок как средство обмена превращается в Рынок, где продается все и вся, где уравниваются в цене и продаются не только производимые товары, но и земля, ее воды, недра, да и совесть человеческая в том числе! Рынок перешагивает национальные границы. Он становится всеобщим — общепланетарным.

Образование Рынка, а вместе с ним и утверждение капиталистических отношений невероятно ускоряют развитие производительных сил и многократно убыстряют течение всех экономических процессов. Но все это не делает их более управляемыми, рыночная стихия сохраняется и при капитализме. Более того, непрерывно растет ее интенсивность, а вместе с ней и мера хаоса: я думаю, что викторианская эпоха была апогеем «неуправляемости».

Но уже в конце XIX века возникают тенденции другого рода. Они были связаны с резким усложнением производства, требовавшим его кооперации и концентрации, — эти тенденции были предсказаны еще Марксом. Концентрация и кооперация имели своим результатом известную регламентацию производства, внесение определенной упорядоченности в человеческую активность, попытки оказать влияние на те процессы, которые происходят на Рынке.

В послевоенные десятилетия начали возникать монополии, международные корпорации. Одним словом, стали появляться крупные объединения производителей. Начала сокращаться та исходная предпосылка, которая порождала стихию Рынка, — существование огромного количества независимых производителей.

Усиливается регламентация. Однако процессы экономического развития в этот период еще нельзя считать направляемыми. Подобный процесс особенно усилился, когда возникли социалистические государства, жестко ограничивающие рыночные отношения и сформулировавшие доктрину плановой экономики.

Для дальнейшего нам важно понять, какой смысл вкладывать

в термин «плановая экономика», с которой было связано много надежд и иллюзий? В какой степени экономика, производственная деятельность народнохозяйственного организма страны могут быть управляемыми? И вообще можно ли говорить о подобных системах как об управляемых?

В ответах на эти вопросы нам помогут не только соображения общетеоретического характера, но и опыт, приобретенный социалистическими государствами.

Прежде всего давайте посмотрим, как растет сложность системы управления в зависимости от сложности управляемой системы. Ситуация пояснена на приведенном рисунке. Представим себе, что для управления неким объектом надо переработать к бит информации. Предположим теперь, что управляемая система состоит из двух объектов. Если они связаны между собой, то объем информации не просто удваивается: в акте управления надо учесть и их взаимозависимость. Пусть на это надо затратить еще *p* бит информации.

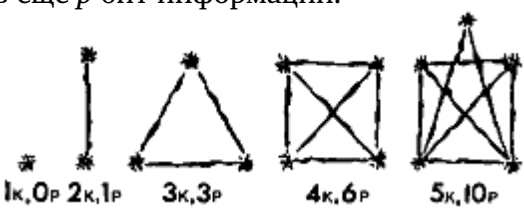


Рис. 4.

Значит, в этом случае система управления должна быть способна переработать *2к + 1 р* бит информации. Если система состоит из трех объектов, то объем информации уже будет *3 к + 3 р* и т. д.

Как это видно из рисунка, в общем случае многих объектов объем перерабатываемой информации будет расти как квадрат сложности. Но связь — это тоже объект управления, и надо учитывать связи между связями и т. д., иными словами, объем информации, который необходимо переработать для обеспечения одного и того же качества управления, растет очень быстро вместе с ростом сложности системы. Но объем перерабатываемой информации характеризует и сложность системы управления. Конечно, могут быть различные ухищрения, упрощающие процедуры управления. Кроме того, приведенные расчеты сделаны на очень упрощенном примере. Но основной вывод остается тем же самым: сложность системы управления, сохраняющей «качество» управления, растет неизмеримо быстрее сложности самой управляемой системы.

Этот вывод справедлив для любой системы — инженерной,

производственной, социальной. Справиться с этим растущим объемом информации при быстром росте сложности системы никакие компьютеры (ни современной, ни любой гипотетической мощности) не смогут. А это означает, что имеет место весьма печальный факт: не существует систем управления, способных сохранить одно и то же «качество» управления вместе с ростом сложности системы.

К сказанному следует добавить, что в системе управления неизбежно присутствуют те или иные помехи, флюктуации, снижающие «качество» управления, то есть степень точности достижения поставленной цели. Количество этих помех и ошибок также стремительно растет вместе со сложностью управляемой системы.

Итак, если система достаточно сложна, если наши возможности обработки информации ограничены, то говорить об управлении такой системой в том строгом научном смысле слова, какой мы ввели в предыдущем параграфе, нельзя! Этот факт имеет огромное принципиальное значение, когда речь идет о системах социальной природы. Но и при создании сложных технических систем надо всегда помнить о предельных возможностях управления. В случае системы большой сложности можно говорить лишь о направленном развитии системы, о том, чтобы ее состояние находилось в окрестности, вблизи тех или иных ориентиров. Заметим, что понятие «направляемое развитие» уже не имеет четкого математического смысла и его выяснение требует каждый раз конкретного содержательного анализа.

Все сказанное полностью относится и к проблемам управления экономическими организмами. С увеличением их размеров, объемов и номенклатур производства система управления очень быстро усложняется. Качество управления начинает падать. Этот факт всем хорошо известен — мы все являемся его свидетелями, и главный его индикатор — рост числа «белых воротничков», то есть количество управленческого персонала, во всех развитых странах, как капиталистических, так и социалистических.

Значит, на определенном уровне сложности необходима децентрализация, передача прав (или части прав) отдельным элементам этого экономического организма — отдельным предприятиям, например. Такая перестройка неизбежна. Иначе экономический организм начнет хиреть — он войдет в полосу застоя, неизбежные управленческие ошибки в планировании в первую очередь приведут к их лавинообразному росту. Управление сделается номинальным, возрастет хаос, дальнейшее развитие «управляемого» экономического организма неизбежно

прекратится. И это тоже общий постулат, подкрепленный многолетним опытом развитых государств с плановой экономикой, где первоначальные успехи при неизменной структуре управления сменяются стагнацией.

Но при этом следует иметь в виду, что децентрализация сама по себе не является еще панацеей и не делает систему управляемой. Более того, она рождает и новые трудности. В самом деле, обретая самостоятельность, то или иное предприятие сразу превращается в организм: у него возникают собственные цели и определенные возможности им следовать. Эти новые цели вовсе не обязаны совпадать с целями всего хозяйственного организма: они всегда будут иными — не антагонистическими, но другими.

Примечание. *К сожалению, эти факты (необходимость считаться с реальными законами развития) не сделались общепризнанными, и, начиная с 30-х годов, в нашей стране постепенно утвердилась иллюзия возможности директивного планирования и управления таким огромным объектом управления, каким является народно-хозяйственный организм Советского Союза. Судьба людей, думавших иначе, реалистически представлявших себе возможности и средства направляемого развития, настоящих больших ученых: Кондратьева и Чаянова — трагична, они расстреляны, Вайнштейн провел большую часть жизни в заключении и ссылке, Леонтьев уехал в США. На долгие годы была исключена возможность серьезного обсуждения той структуры управления и планирования, которая была выгодна ведомственным монополиям и позволяла административно-командной системе «держать в руках» народное хозяйство.*

Значит, проблема децентрализации совсем не проста и требует создания специальных правил взаимоотношения иерархических звеньев. Иногда эту задачу удается удачно решить на основе опыта и интуиции, и тогда, казалось бы, разрозненно работающие предприятия начинают работать как единый, достаточно слаженный механизм.

Так произошло, например, в Советском Союзе в начале двадцатых годов, после окончания гражданской войны, во время утверждения новой экономической политики. В эти годы общество впервые столкнулось с проблемой управления экономическим организмом целой страны, причем страны, занимающей 1/6 часть суши. Впервые в истории все недра, все воды, земля и все средства производства были обобществлены. Возникла беспрецедентная задача их рационального

использования. Этот опыт не только интересен с чисто практической точки зрения, но его успехи и его просчеты крайне назидательны. Он бесценен с точки зрения общества, связанного по рукам и ногам условиями «экологического императива»!

Здесь нет места для его подробного анализа (см. подробнее: Моисеев Н. Н. Социализм и информатика. М., 1988), и я в этом разделе остановлюсь лишь на одном моменте, сыгравшем, как мне кажется, решающую роль в успехах экономической политики 20-х годов и оказавшем большое влияние на развитие теоретической мысли.

В тот период были организованы тресты и синдикаты — совершенно автономные экономические образования. Они были чем-то похожи на акционерные общества или даже крупные корпорации западных стран, в которых отсутствует лицо, обладающее контрольным пакетом акций. Другими словами, не было единого «хозяина». В таком случае власть вручается менеджеру, который несет перед акционерами полную ответственность за судьбу предприятия или корпорации.

Советские тресты и синдикаты, вернее, их руководство получило полное право на управление всем капиталом этих производственных организмов. Но вместо акционеров капитал принадлежал государству. И перед ним управляющие несли полную моральную, финансовую и уголовную ответственность за развитие и процветание руководимого ими экономического организма. Он мог процветать, тогда процветало и руководство синдиката, и его коллектив. Но он мог и прогореть, и тогда рабочие не получали зарплаты, а руководство шло под суд!

Синдикат заключал договоры с вышестоящими инстанциями — Госпланом, наркоматами и т. д. Эти договоры были им выгодны, ибо обеспечивали сбыт и снимали трудность снабжения. Государство устанавливало и налоги на прибыль, причем налоги были дифференцированные. В остальном же тресты и синдикаты существовали в условиях довольно свободной рыночной экономики.

Итак, в двадцатые годы в Советском Союзе существовала рыночная экономика, и, несмотря на это, я употребил слова об управлении. Так было ли хозяйство 20-х годов управляемым организмом? Было или нет?

Теперь бы я сказал — оно было направляемым. Ленинское руководство страны, вероятно, достаточно отчетливо понимало (во всяком случае, интуитивно — никто из них не был специалистом в области управления), что централизованное управление организмом всей страны невозможно — невозможно в принципе! Можно говорить только о желательных тенденциях, о

прогностических вариантах… И только в укрупненных показателях! И только приближенно (план не был тогда законом!).

Именно в те годы был изобретен «программный метод управления», который и обеспечивал направляемое развитие. Я уже говорил, что цели в социально-экономических организмах вырабатываются внутри самих управляемых систем. Но, однажды определены, они становятся своеобразной доктриной. В Советском Союзе выработка целей общегосударственного развития — это прерогатива партии, ее съездов, а в дальнейшем Съездов народных депутатов. Надо заметить, что за 70 лет существования Советской страны стройной научно обоснованной системы процедур выработки целей развития, реалистических целей, согласованных с возможностями страны, экономическими законами и «алгоритмами развития», так и не было создано. В основу всех решений прежде всего брался опыт и интуиция. Иногда они подводили, а иногда и давали блестящие результаты. Результаты двадцатых годов, если их рассматривать сквозь призму лет и последующих экономических неудач, следовало бы назвать потрясающими. «Феномен Советской власти» — такой термин бытовал в те годы на страницах иностранных газет и журналов, которые были далеки от доброжелательства к нашей стране.

Основные цели, которые партия ставила перед развитием страны, сводились главным образом к тому, чтобы к 1927 году, то есть к десятилетию победы Октябрьской революции, промышленность и сельское хозяйство страны достигли довоенного уровня развития и были бы созданы предпосылки дальнейшего развития экономики страны с ориентацией на превращение Советского Союза в промышленно развитое государство. Без этого нельзя было и думать о создании социального строя, государственной системы, способной обеспечить социальную справедливость и социальную защищенность гражданина — основные цели любого социалистического строительства.

Итак, мы видим, что цели развития ставились в достаточно общей форме, гораздо менее четкой, чем это принято в теории управления. Тем не менее, цели были поставлены и должны были быть названы средства их достижения. И они были названы.

Прежде всего это знаменитая программа ГОЭЛРО — план электрификации страны. Таким образом, в качестве объекта государственного централизованного управления было выбрано строительство сети электростанций. Энергетика в ходе гражданской войны была полностью разрушена. И казалось

естественным, что основной государственной программой стала программа восстановления энергетики. Для разработки ее были привлечены лучшие силы страны — виднейшие ученые и инженеры. Формальным руководителем группы разработчиков программы был тогдашний председатель Госплана академик Г. М. Кржижановский. Но за ходом работ непосредственно следил глава Советского правительства В. И. Ленин.

Заказчиком и разработчиком программы, по существу, было само государство в лице Государственной плановой комиссии, в состав которой и была включена большая группа ученых. Никаких промежуточных бюрократических звеньев между теми, кто заказывал программу, и теми, кто ее формировал, не было.

Важно обратить внимание на одну особенность принятого варианта программы. Задача состояла в том, чтобы не просто восстановить разрушенные электростанции, а создать нечто качественно новое. До революции энергетика России — это прежде всего совокупность карликовых, преимущественно тепловых электростанций, принадлежащих отдельным предприятиям или городам. Один из основных вариантов развития энергетики состоял в восстановлении этой сети разрушенных и частично демонтированных микроэлектростанций. Этот вариант был самым дешевым. Его реализация могла быть проведена в самые сжатые сроки. Он имел большое число сторонников. Однако руководителей программы он не устраивал. Почему?

Я напомню, что в начале двадцатых годов люди, занимавшиеся перспективами развития народного хозяйства Советского Союза, думали не просто о восстановлении разрушенного в эпоху гражданской войны, но и о подготовке к новому шагу вперед: советское народное хозяйство должно было оказаться способным к переходу на рельсы индустриализации, к превращению сельскохозяйственной страны в индустриальную. Для решения этой задачи восстановление множества разрозненных карликовых электростанций практически ничего не давало. Нужен был качественно другой подход.

Окончательный вариант программы ГОЭЛРО предусматривал создание единой энергетической системы европейской части Советского Союза, опирающейся на систему связанных между собой крупных районных электростанций. Это была совершенно новая техническая идея. Заметим, что в США и западных развитых странах такие системы, а следовательно, и опыт их создания отсутствовали. Именно в те годы были заложены и созданы крупнейшая по тем временам Днепровская гидроэлектростанция (Днепрогэс) и многие другие, составившие

основу советской энергетики.

Наряду с программой ГОЭЛРО существовали, конечно, и другие программы, которые не были столь масштабны. Это план восстановления Донецкого угольного бассейна, план ликвидации «ножниц» — обеспечения населения дешевыми хлопчатобумажными изделиями и т. д.

Для реализации подобных программ нужен определенный ресурс — деньги, материалы, рабочая сила разной квалификации и т. д. Все эти ресурсы находятся в «одной корзине», как теперь говорят, или должны быть взяты из одного котла, как говорили в старину. Вот это и была вторая важнейшая функция Госплана — распределять существующие ресурсы между программами (напомню, что первой его функцией было составление самих программ).

Чтобы программа была реализована, необходимы определенные механизмы управления и обратных связей. Прежде всего это система правовых уложений. Поскольку программы выполнялись государственными организациями, то действовала довольно жесткая система госзаказа.

Но не надо думать, что госзаказ всякий раз был эквивалентен госприказу. В этой сфере, насколько я себе представляю, взаимоотношения Госплана и других высших правительственных органов были весьма разнообразными. Так, например, строительные организации функционировали в условиях жесткой регламентации. В то же время предприятия легкой промышленности, заключая договор с Госпланом, имели большую свободу выбора и руководствовались прежде всего выгодностью тех условий договора, который согласовывался с заказчиком.

Но, кроме госзаказа, у правительства были еще и иные, весьма широкие возможности воздействовать на исполнителя. Это и структура налогов, и разнообразные предпочтения, и многое другое, включая «моральное» стимулирование и различные виды поощрений и наказаний.

Коль скоро программа сформулирована, вступают в действие правила, развитые в теории управления, и главное из них — необходимость реализации принципа обратной связи. Почти очевидно, что в подобной ситуации наиболее разумной формой реализации этого принципа будет схема скользящего плана. Именно она и была использована Госпланом и сводилась к регулярному пересмотру программы, ее уточнению и дополнению: программа выступала не как закон, который должен быть неукоснительно выполнен, а как средство, как ориентир для практической деятельности плановых и управляющих органов.

Таким образом, планирование на том этапе развития

Советского Союза было отнюдь не всеобъемлющим» оно охватывало лишь определенную сферу хозяйственной деятельности страны, соизмеримой с теми возможностями ресурсов, которыми обладало государство, и тем объемом производственной деятельности, который был доступен эффективному управлению. В этом ограничении сферы управляющей деятельности была не слабость государства, а его сила, его мудрость. И экономика Советского Союза в первые годы после окончания гражданской войны была согласно нашей терминологии неуправляемой, а направляемой.

Как мы знаем из последующей истории нашей страны, попытки более жесткого, всеохватывающего централизованного управления экономическими процессами ни к чему хорошему не привели. Родились ведомственные монополии, которым были чужды внутренние стимулы к самосовершенствованию, и родилась страшно неэффективная бюрократическая система.

Управляемой экономикой экономические процессы, протекающие в масштабах государства, быть не могут. Управляемая экономика — это лингвистический и управленческий нонсенс, противоречащий строгим выводам науки. А вот направляемой она необходимо должна быть. Эту возможность продемонстрировала история Советского Союза.

Так как же в ретроспективе представляется этот направляемый народнохозяйственный организм нашей страны, возникший в первые шесть лет после принятия новой экономической политики?

Определенная часть ресурсов страны шла на выполнение таких программ развития, которые определяли перспективу ее экономического и социального развития. А остальная деятельность государственных предприятий, составляющих основу промышленного потенциала страны, происходила в рамках синдикатов и трестов — крупных самостоятельных объединений, способных не только к самофинансированию, но и к ведению самостоятельной технической и экономической политики. В их деятельности важную роль играла конкуренция, в результате которой возникал принцип приоритета потребителя над производителем: результаты производственной деятельности нужны не сами по себе, а для удовлетворения потребностей потребителя.

Существование конкуренции приводило к известной стратификации предприятий. Одни были высокорентабельные, доход которых позволял обеспечивать высокий уровень материального благополучия членов трудовых коллективов и высокую зарплату их руководителей. Были и низкорентабельные,

а были и просто убыточные. Последние тривиальным образом прогорали, а кто виноват — решали суд и арбитраж. Последствия могли быть любыми. Руководство, как правило, снималось, и его судьбу решал суд. Могло быть назначено или избрано, в зависимости от обстоятельств, новое руководство. Предприятие могли и просто закрыть, могли продать с молотка, а могли и сдать в аренду кооперативу и даже частному лицу.

Промышленность в те годы характеризовалась многоукладностью, как сейчас в Китае. Основной промышленный потенциал — это государственные предприятия, объединенные в крупные самостоятельные синдикаты и тресты, далее, было довольно много предприятий кооперативного типа, были и небольшие частные предприятия, существовали, и не без успеха, предприятия, принадлежащие иностранному капиталу, — это концессии, одна из которых принадлежала американскому миллиардеру Арманду Хаммеру. По его утверждениям, эта концессия была рентабельна и принесла ее хозяину немалые барыши.

Сельское хозяйство в те годы было мелкотоварным крестьянским хозяйством. Однако и в нем происходил, правда весьма медленно, процесс концентрации, возникали разного рода кооперативы по совместной обработке земли, по использованию сельскохозяйственной техники, по организации сбыта готовой продукции и т. д. Возникали и отдельные фермерские хозяйства — преимущественно кулацкие хозяйства, использующие наемный труд, и коллективные хозяйства типа колхозов или коммун. Однако на первых порах они особой роли не играли.

Распределение конечного продукта носило чисто рыночный характер, и цены устанавливались не в форме декрета сверху, а в процессе реализации рыночных отношений. Конечно, государство имело определенные возможности оказывать, и оказывало, влияние на характер формирования цен на рынке.

Рыночная или плановая экономика? Такой вопрос довольно часто обсуждается экономистами. Мне кажется, что он не правомочен. Плановость, направляемость при нынешней сложности производства необходимы и капиталистическим, и социалистическим странам. И тенденции к планомерности проявляются всюду, как только концентрация капитала и уровень сложности изделий достигают определенного рубежа.

Но и без рынка тоже обойтись нельзя. Любая попытка отказа от рынка, за исключением критических, военных ситуаций, требовавших нормированного распределения, приводила в экономике к явлениям кризисного характера.

Вряд ли стоит приводить примеры. Рынок — давнишнее

изобретение человека. И он при отсутствии монополий обладает удивительным свойством: он реализует закон стоимости. Грубо говоря, рыночный механизм реализует своеобразную отрицательную обратную связь: цена, которая устанавливается благодаря рынку на то или иное изделие, стремится к затратам общественно необходимого труда на ее изготовление, то есть к стоимости. Если стоимость выше цены, то цена начинает расти, если ниже, то цена начинает уменьшаться. На формирование цен оказывают влияние и другие факторы. Но тем не менее именно рынок создает подобную тенденцию.

Эта тенденция имеет глубокое социальное значение. В самом деле, ведь высшей ценностью человека, обеспечивающей его жизнь, его гомеостазис, является труд, и поэтому тенденция выравнивания цены и стоимости — это проявление принципа социальной справедливости. Конечно, это еще не социальная справедливость, но одна из ее составляющих.

Итак, ответ на некорректно поставленный вопрос: плановая или рыночная экономика? — должен быть следующим. Необходимо сочетание планомерности с рыночным механизмом. Только такое сочетание и может обеспечить решение труднейших задач, стоящих сегодня перед обществом как в плане экономическом, так и социальном, и прежде всего обеспечение условий «экологического императива». Но после такого утверждения немедленно возникает и следующий вопрос: а возможно ли сочетание рынка и планомерности?

Ответ на этот вопрос положительный. Его продемонстрировала советская экономика двадцатых годов!

Я описал эту модель схематично. Но, наверное, такая модель не единственная. Она была ориентирована на те конкретные условия, которые имели место в нашей стране. В других странах, вероятно, многие детали этой схемы должны были быть другими. Я думаю, что идеи, которые определили развитие советской экономики двадцатых годов, с наибольшей полнотой реализуются сейчас в Китае. Хотя, конечно, многие детали китайской схемы многоукладочного рыночного социализма совсем иные. Да иначе и быть не могло!

Несколько слов о социализме

Описывая схему направленного развития советской экономики двадцатых годов, я полагаю полезным сделать несколько замечаний о своем понимании термина «социализм», о том, какое содержание в него следует вкладывать сегодня, когда мы обсуждаем возможные пути перехода общества в эпоху

ноосферы.

Обычно принято связывать определение социализма как общественной формации с социалистической формой собственности, то есть с созданием таких условий, при которых средства производства являются общественной собственностью.

Но подобная характеристика социализма мне представляется совершенно недостаточной. Форма собственности, как и разнообразные законы, принятые и действующие в обществе, не является самоцелью. Это всегда лишь средства достижения каких-либо других, более глубоких и важных целей.

В этой книге много места я уделил проблемам становления моральных, этических норм. Постарался связать их появление с трудовой деятельностью наших предков, которая, в свою очередь, обеспечивала не только гомеостазис человеческого общества, но и перспективу его дальнейшего развития. Другими словами, утверждение нравственности было одним из важнейших «алгоритмов» эволюции человечества как биологической популяции, алгоритмов, реализовавших переход жизни этой популяции от стадного к общественной его форме. Подобные «алгоритмы» развития продолжают действовать и в настоящее время: необходимость совершенствования нравственности — это жизненная необходимость человеческого общества.

Я могу сказать даже более определенно: стабильность развития общества, его перспективы в главном будут определяться тем, насколько Человек сможет оказаться способным внедрить в свое сознание и поведение основные принципы нравственности. Значит, одним из основных выводов того анализа, который проведен в этой книге, является вывод о том, что центральной проблемой современности становится сам Человек, изучение Человека, его способности принять новую нравственность, принять новые формы поведения.

Далее я постарался объяснить, что основы этой морали имеют очень древнее происхождение, они связаны с уже существующим опытом человечества и многие из них не раз высказывались с полной определенностью. Важнейший из них — это принцип «полюби ближнего как самого себя». Но с ним рядом соседствует и представление о социальной справедливости, социальной защищенности личности. Последнее — очень важное свойство общественной организации. Представление о нем также весьма древнего происхождения. По-видимому, человеческий опыт показал, что возникновение условий социальной справедливости и защищенности Человека позволяет полнее использовать потенциал, творческие возможности членов общества, обеспечить его большую стабильность, более

интенсивное развитие самого общества.

Мечты о социализме были связаны прежде всего с представлением о социальном равенстве как основе социальной справедливости. И когда социалисты-утописты разворачивали казарменную панораму города-солнца, то они были глубоко убеждены, что обеспечение любого равенства, в каких бы организационных формах оно ни выражалось, и есть социализм.

Представления Маркса и Энгельса об организации социалистического общества были тоже весьма примитивны. Вспомним рассуждения о тачечнике и архитекторе, которые в своей работе сменяют друг друга: один день он архитектор, а другой день — тачечник!

В чем же состоит «принцип социальной справедливости», без которого нельзя говорить о социализме? Ответ на этот вопрос потребовал бы, наверное, специальной статьи, а может быть, и монографии. Поэтому здесь я ограничусь описанием лишь одной из его особенностей.

Я уже не раз обращал внимание на то, что одной из основных ценностей человека является труд. Оценка обществом труда человека — важнейший социальный фактор. Представление о социальной справедливости самым тесным образом связано с этой оценкой. Таким образом, «принцип социальной справедливости» необходимо содержит представление о том, что равный труд обеспечивает приблизительно равное общественное положение и во всяком обществе равное участие в распределении общественных благ. Вот отсюда и происходит один из постулатов социализма: от каждого по способностям, каждому по труду.

Сравнение различных видов труда представляет собой очень непростую проблему. Кроме того, если бы нам и удалось ранжировать различные виды труда, то она носила бы временный характер, поскольку являлась бы отражением нашего сегодняшнего представления и заведомо была бы иной в других исторических условиях. Но я не случайно заговорил о приблизительной, а не точной оценке количества труда. Может быть, важнее даже и другое: социально несправедливым является тот факт, когда бездельник, не производящий полезный труд, получает больше жизненных благ, нежели честный труженик. Предполагается, что право на получение благ имеет только тот, кто трудится. Получение дохода с капитала тоже является определенным актом несправедливости (хотя здесь необходимы известные оговорки).

Вот отсюда, вероятно, и происходит представление о социалистической форме собственности как о таком отчуждении собственности от человека, которое исключает возможность

получения нетрудовых доходов, получения благ членами общества вне зависимости от того труда, который они затратили. Вот почему я полагаю этот принцип вторичным — следствием важнейшего социалистического принципа социальной справедливости.

Социалистическая форма собственности, в частности государственная (общенародная) форма собственности, облегчает, конечно, реализацию социальных программ, утверждение условий социальной справедливости и социальной защищенности человека. Но реализация государственной формы собственности еще не означает сама по себе становления социализма в том его смысле, о котором я говорю. Кроме того, в чистом, рафинированном виде собственность не может быть общенародной — права на нее неизбежно делегируются определенным лицам или группам людей, имеющим возможность использовать их в своих личных целях, в достижении определенных доходов, привилегий в распределении благ, приводящих к нарушению важнейшего принципа оплаты по труду. Это мы и наблюдаем в тех странах, где утвердился государственный социализм с административно-командной системой.

Вот почему мне хочется называть общество социалистическим, когда все его действия, вся стратегия развития, формирование правовой основы подчинены обеспечению социальной справедливости, социальной защищенности человека, созданию социальной комфортности его бытия. Жизнь любого государства чрезвычайно многогранна. Оно нуждается и в развитии экономики, в обеспечении экологической и военной безопасности, и многом другом. Но в действительно социалистическом государстве все эти задачи подчинены главной — развитию человеческого Я, его духовного и нравственного потенциала, раскрытие которого необходимо требует утверждения условий социальной справедливости! Все остальное является вторичным и существует для обеспечения главного.

Рассуждая с этих позиций, я считаю, что Советское государство, которое начало формироваться после победы в гражданской войне и окончания военного коммунизма, было социалистическим: точнее, ориентированным на социализм; оно решало прежде всего общечеловеческие задачи — нельзя было обеспечить социальный комфорт людей, не восстановив народное хозяйство, не накормив их, не дав людям элементарных жизненных благ. Это было социалистическое государство на самой ранней стадии его развития, но уже с направляемым развитием его народного хозяйства в сторону социализма при

рыночном способе распределения. Это государство было многоукладным, как и сейчас в Китае, который я считаю государством, развивающимся по социалистическому пути.

Один из очень больных вопросов, который поднял в печати профессор Ю. Афанасьев, это следующий: а после поворота на ликвидацию крестьянства как самостоятельной части общества, который произвел И. В. Сталин в конце 20-х годов, сохранило ли наше государство свое социалистическое содержание? Ю. Афанасьев категорически утверждает, что нет! У меня на этот счет несколько иная точка зрения, хотя я тоже не могу принять ту реальную модель государственности, которая у нас постепенно утвердилась в качестве модели социализма. Я бы ее назвал — государственным социализмом, и она, конечно, никак не совпадает с тем обликом социализма, который я попытался описать.

К становлению любого государства следует относиться как к некоторому процессу. Безусловно, события 1928–1929 годов следует рассматривать как отход от социалистического пути развития. В 30-е годы начала формироваться совершенно своеобразная система с государственной собственностью, которая оказалась в руках не народа, а довольно ограниченной группы людей — бюрократического аппарата. Однако ее развитие также не шло по прямой: в хрущевский период был сделан существенный шаг в сторону социализма. И не на словах, а на деле: сокращение армии и военных расходов, программа жилищного строительства, попытка решить продовольственные проблемы и, конечно, осуждение сталинской системы. Однако он одновременно продолжал разрушать крестьянские подворья, закрывать церкви и т. д.

Последние годы мы снова делаем усилия вернуться К социалистическим принципам государственности. И тоже не на словах, а на деле.

Всю послереволюционную историю нашей страны я вижу как противоборство социалистической тенденции с тенденцией авторитарной, антисоциалистической по Своей сути, которая порождается самой системой, возникшей у нас еще в период военного коммунизма. Носителем авторитарности всегда является некая группа, некий большой общественный слой, узурпирующий право распоряжаться общенародной собственностью, со всеми вытекающими отсюда свойствами: присвоением власти, самообеспечением, отрывом от интересов масс и т. д.

Сейчас борьба двух тенденций стала особенно острой, и призыв М. С. Горбачева «больше социализма» пока еще, к

сожалению, не означает победу социалистических тенденций. Будущее покажет, куда повернет руль истории.

Так вот, отвечая Ю. Афанасьеву на его публикацию в «Правде», где он в категорической форме отвергает саму возможность назвать существующий строй в нашей стране социалистическим, я хотел бы только заметить, что он заведомо не является и капиталистическим. Может быть, и не стоит вводить жесткой классификации: в стране идет тяжелая борьба социалистических и авторитарных тенденций. И пока с переменным успехом.

Тем не менее мне кажется, что авторитарные тенденции постепенно должны слабеть. Для этого существуют объективные причины. Я уже обращал внимание на то, что по мере развития экономического организма централизованное управление становится все менее эффективным: неизбежно ухудшение качества планирования, рост числа ошибок и, как следствие, прекращение развития. Централизация и есть та основа, на которой вызревают авторитарные тенденции, — это их порождение, это они стимулируют развитие бюрократического аппарата. Ликвидация централизации немедленно порождает соревновательность, конкуренцию (как это было, например, в Советском Союзе в двадцатые годы), которые ставят заслон развитию авторитарных тенденций лучше, чем любые законы. Заметим, что и в капиталистических странах существуют подобные авторитарные тенденции. И с ними также общество ведет непримиримую борьбу. Законы против монополий являются одним из ее проявлений.

Таким образом, авторитарные структуры внутри себя несут противоречия, угрожающие обществу, его развитию прежде всего. Длительные периоды застоя, как это было во времена брежневского правления, например, приводят к снижению жизненного уровня, к техническому отставанию, к потере интереса у людей, а отсюда и к моральной деградации и т. д.

Долго подобные напряжения общество выдержать не может, и та или иная форма перестройки неизбежна. Насколько далеко она пойдет, сможет ли она преодолеть тенденции сосредоточения власти в руках аппарата — это уже другой вопрос. Мы видели, что попытка Н. С. Хрущева, несмотря на целый ряд важнейших политических и экономических результатов, резко оздоровивших атмосферу в стране, не смогла довести дело до необходимого итога.

Становление нового общества и нового облика жизни — процесс трудный, мучительный, противоречивый. Без централизации с одной стороны и децентрализации, а

следовательно, и рынка, конкуренции — с другой, обойтись нельзя. Но рынок рождает хаос, а централизация ведет к монополизму, к бюрократизации и автаркии. Все должно быть очень взвешено и соизмерено. И без умной, интеллигентной демократии, без общего подъема культурного уровня народа, настоящего возрождения личности желаемого состояния общества достичь не удастся.

К. Маркс представлял себе структуру общества в форме пирамиды. Наверху человек-личность. Личности образуют гражданское общество. А оно, в свою очередь, — государство. И гражданское общество имеет возможность не только формировать, но и контролировать государство. Образование подобной пирамиды и есть реальная гарантия социалистического будущего.

У нас же пока еще эта пирамида перевернута вверх ногами: во главе ее государство. Гражданского общества практически нет. Его место занимает административно-командная система. А человек в самом низу, да и то не человек-личность, а человек-винтик, обеспечивающий функционирование государства и административной системы.

Примечание. *Сейчас во всех развитых странах происходят, правда очень медленно, процессы повышения жизненного уровня, роста социальной защищенности и т. д. Эти процессы особенно заметны в малых европейских странах, например, в Швеции с ее очень высоким уровнем пенсионного обеспечения и другими социальными благами. Есть ли эти тенденции маршем к социализму — сказать не берусь. Но в чем я глубоко убежден, так это в том, что по мере роста культуры и благосостояния, как следствия научно-технического прогресса, будут возникать общественные структуры с высоким уровнем социальной защищенности человека при сохранении капиталистического способа производства с одновременным ростом разного рода кооперативных организаций. Такие структуры могут оказаться очень близкими по своим устремлениям к человеку, к социалистической организации общества.*

Глобальные процессы: возможна ли их направленность?

В предыдущем параграфе я сделал попытку нарисовать схему направленного развития экономики социалистической страны. Я выбрал этот пример по той причине, что лучше знаю происходящее дома, чем то, что творится за тридевять земель. Но,

наблюдая происходящее в развитых странах, я постепенно прихожу к выводу, что направляемое развитие капиталистической экономики при тех колоссальных ресурсах, которыми владеют государства, также вполне реальная альтернатива чисто рыночной стихии. В некоторых случаях эффективность направляемого развития достаточно высока. И замечу, что принципы примерно такие же, что и те, о которых я рассказывал, — это практика общенациональных программ. Особенно впечатляет опыт Японии, которая успешно реализовала ряд национальных программ, среди которых на меня производит особое впечатление программа экологической чистоты производства и крупных городов.

Вот все эти принципы, надлежащим образом развитые и адаптированные, конечно, принадлежат к проблемам общепланетарного масштаба и могут послужить основой направляемого развития общества и окружающей среды. Первым звеном этой цепи процедур должно быть определение целей. А можно ли говорить о целях общепланетарного процесса?

Одно мы знаем с необходимой определенностью: существуют границы нашей активности, допустимые границы изменения параметров биосферы, за которыми биологическому роду Homo sapiens грозит потеря стабильности и деградация. Значит, мы не очень знаем, что нам надо делать, но хорошо понимаем, чего делать нельзя!

В теории управления и исследования операций бытует термин «принцип Родена». В его основе лежит легенда о том, что великий скульптор на вопрос о том, как он смог из глыбы камня сделать крошечную статуэтку, лаконично ответил: «Очень просто — я отбил все лишнее». Вот и при выборе решений и формировании целей первым шагом должно быть исключение всего «ненужного» — всего того, что должно быть под запретом.

Значит, первый шаг — определение границы запретов или, как я ее называю, параметров «роковой черты». Итак, первым. шагом должна быть обширная научная программа изучения предельно допустимого загрязнения атмосферы и океана, предельно допустимого сокращения генетического разнообразия, деформации почвенного покрова и т. д.

Знания, полученные на основе подобных исследовательских программ, могут лечь в основу деятельности «институтов согласия», задача которых уже будет состоять в формировании целей (конечно, достаточно узких) и определении обязательства отдельных стран в достижении этих целей.

Все подобные программы должны носить принципиально международный характер и проводиться под эгидой Организации

Объединенных Наций. В настоящее время для такой работы еще не выработаны необходимые механизмы. Я думаю, что разработка и реализация научных, исследовательских программ должна будет проводиться главным образом теми или иными национальными организациями. Но координироваться и управляться соответствующими учреждениями Организации Объединенных Наций. Именно управляться!

Должно быть такое распределение обязанностей между национальными организациями, которое позволяет им дополнять друг друга. Только в рамках международной организации возможно создание единых банков данных об окружающей среде, без которых любое изучение глобальных процессов будет малоэффективным. Разумеется, эти банки данных должны быть доступными всем национальным лабораториям, участвующим в разработке и реализации программ исследования.

Эта система исследовательских программ должна быть тесно увязана с работой «институтов согласия», которым и предстоит находить совместные коллективные решения сложных экологических проблем, затрагивающих целый ряд государств и требующих выработки компромиссов. О таких программах и принципах отыскания компромиссов было уже говорено достаточно. Напомню, что это не только программы изучения таких глобальных проблем, как, например, гонка вооружений или ядерная война. Я думаю, что в центре внимания прежде всего будут проблемы чистоты и статуса международных рек, как, например, Дунай или Рейн, проблемы кислых дождей и аналогичные проблемы.

В рамках «институтов согласия» возникнет и множество проблем правового характера, таких, как рентные платежи или компенсационные платежи и т. д. Следовательно, проблема выработки коллективных решений неизбежно превратится в сложнейшую систему процедур, которые, опираясь на научные изыскания, необходимо приобретут определенные черты бюрократической организации. Сейчас вряд ли имеет смысл подробно обсуждать многочисленные и трудные особенности мировой системы направляемого развития. Мне хотелось бы наметить лишь некоторые вопросы, откладывать решение которых представляется крайне опасным.

Первый — это проблема здоровья. Рост генетических заболеваний, встающая угроза чумы XXI века — СПИДа, общее ухудшение здоровья во многих районах земного шара и т. д. требуют достаточно оперативных мер. Конечно, здесь необходимы специальные исследовательские программы, не только чисто медицинские, но и экологические.

Как частный вопрос общей проблемы здоровья людей выступает проблема предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ. В этом направлении успехи ученых-химиков, биологов, медиков очень условны. Если удается установить, например, ПДК для веществ А и В, то это вовсе не означает, что мы знаем что-либо о предельных концентрациях вещества А + В, даже если они друг с другом не реагируют. Воздействие совокупности веществ на организм обладает крайней степенью нелинейности. Отсутствие необходимых знаний резко увеличивает риск вредных последствий производственной деятельности.

Но одними исследовательскими программами в подобной ситуации обойтись нельзя: необходимы и действенные акты, проведение которых должно стать важной формой деятельности Организации Объединенных Наций. Один из них — это положение о минимально необходимом уровне затрат на медицинское обслуживание населения. Сейчас эти затраты очень разнятся в большинстве стран, а не только в странах «третьего мира», где они заведомо меньше этого уровня.

Второй — это проблема просветительства. Необходимо, чтобы каждый человек на Земле, независимо от того, где он живет, имел некоторое минимальное представление об окружающей среде, о трудностях и опасностях, которые подстерегают людей, и т. д. Разработка такого минимального набора сведений и рекомендаций о включении их в школьные программы, телевизионные передачи и в другие средства массовой информации, по моему представлению, уже давно назрела.

Просветительская программа должна- иметь своей целью не просто распространение знаний — нужна некоторая «экологическая атмосфера» в мировом сообществе. Ее создание — трудный и длительный процесс. Тем не менее «экологический приоритет» должен утвердиться. Это основной залог возможности направляемого развития биосферы и общества.

Утверждение такого «климата приоритета», в котором принципы гармоничного взаимодействия с природой будут занимать главенствующее место, позволит утвердиться и принципам экологического планирования. Этот термин очень широк. Он охватывает разнообразные аспекты направляемого развития, но основная его идея состоит в следующем.

Предположим, что речь идет о комплексном развитии того или иного региона — о развитии его производительных сил, о том или ином проекте производственного комплекса и т. д. Первый шаг, который следует сделать проектантам, должен

состоять в том, чтобы изучить предельно допустимые нагрузки, которые могут выдержать биосфера и люди, проживающие в этом регионе. Только после этого, сообразуясь с восстановительными возможностями региона, с сохранением его целостности, как Ойкумены, и живущих в нем людей, можно планировать то или иное промышленное и сельскохозяйственное развитие и определять допустимый уровень удовлетворения потребностей.

Вопросы направляемого развития очень трудны. Как научиться сочетать подобные энвайроментальные принципы использования богатств нашего земного шара с необходимой инициативой и предприимчивостью отдельных людей, корпораций, стран?

Такие вопросы потребуют развития совершенно новой эколого-экономической теории, принципы которой совершенно не разработаны. Но одной теории здесь будет недостаточно. Совершенно очевидно, что в руках Организации Объединенных Наций должны быть и соответствующие инструменты воздействия на людей, корпорации, страны, способные постепенно утверждать такие принципы хозяйствования на планете, которые способны обеспечить коэволюцию Человека и биосферы. А это тоже, в свою очередь, потребует не только новых организационных решений, но и развитой специальной общепланетарной организационной науки.

Перечисляя эти трудные проблемы, я не могу обойти проблемы демографии и миграции. Мне кажется, что наряду с загрязнением окружающей среды взрывоподобный рост населения земного шара становится главной опасностью для стабильно развивающегося общества. Включение проблем регуляции рождаемости — это один из важнейших элементов просветительской программы. Регулирование семьи требует ясного понимания следствий безграничного роста населения.

Конечно, одним просветительством в этой проблеме не обойдешься. До сих пор мы очень мало знаем о том, как зависит рождаемость от социальных условий. Разнообразные меры регулирования демографических процессов, в том числе в Китае и Японии, пока не дали сколько-нибудь впечатляющих результатов. Мне представляется более перспективным опыт Швеции. Стабилизация роста населения явилась, по-видимому, результатом успешной социальной политики и прежде всего высокого уровня пенсионного обеспечения.

Анализируя опыт тех стран, которые пошли по этому пути, невольно приходишь к выводу, что большие семьи — это не столько результат биологической потребности иметь много детей, сколько гарантия иметь в старости хотя бы одного кормильца.

Обеспеченная старость, по-видимому, снимает многие трудности в регулировании демографических процессов.

Таким образом, у человечества, помимо общей проблемы установления «запретной черты», то есть условий «экологического императива», существует еще много проблем, требующих общепланетарного коллективного обсуждения и решения. Организация Объединенных Наций представляется единственным органом, способным заняться этими проблемами. Существует еще много и других международных организаций — ЮНЕСКО, ВОЗ, ЮНЕП и другие, которые занимаются общепланетарными проблемами. Но все они в той или иной степени являются отделами или филиалами ООН.

Я думаю, что уже в ближайшие десятилетия эта организация обретет некоторые черты международного правительства. Прежде всего в этом есть прямая необходимость: ООН должна располагать определенными и весьма значительными ресурсами для организации необходимых программ. И не только исследовательских. Предстоят работы и по восстановлению качества окружающей среды, и по созданию и внедрению экологобезопасных технологий, по вопросам здравоохранения и, конечно, многочисленные просветительские программы. Они все, или почти все, для своего эффективного завершения потребуют наделения Организации Объединенных Наций определенными, и немалыми, правами, которыми она пока еще не обладает.

Во-вторых, Организация Объединенных Наций показала свои возможности при решении многих региональных конфликтов — доверие к этой международной организации непрерывно возрастает. Она несет определенные гарантии международной стабильности. Это сейчас начинают понимать очень многие. Поэтому и решение сложнейших общепланетарных проблем естественно поручить Организации Объединенных Наций, делегировав ей дополнительные права.

И, наконец, последнее. Уходят навсегда послевоенные десятилетия, которые были отмечены поляризацией силы и идеологий. Я уже говорил, что поляризация идеологий настолько ослабела, что стал возможным и диалог, и, что еще более важно, создание «институтов согласия», и утверждение принципа компромиссов. Это уже реальность. Она начинает оказывать влияние на изменение обстановки во всем мире. Снижение военного противостояния и уменьшение риска крупномасштабной войны выдвигают на первый план другие противоречия — экономические и экологические. Одновременно происходит и размывание центров силы. В мире ближайшего будущего уже не будет двух сверхдержав: мир вернется к традиционной системе

многих великих держав — США, СССР, Японии, Китая, Объединенной Западной Европы… В этой обстановке, да еще в условиях, когда военное решение вопросов будет исключено, Организация Объединенных Наций станет еще более важным инструментом для решения разнообразных межстрановых и межрегиональных проблем.

Я много внимания посвятил рассуждениям о кооперативных механизмах. Но ведь ООН — это тоже своеобразная кооперация, причем при определенных условиях взаимовыгодная. Став на эту точку зрения, мы обнаружим, что структура ООН может быть предметом специальных исследований в рамках теории конфликтов, которой были посвящены многие страницы предлагаемой книги.

Другими словами, мера прав, ответственности и обязанностей этого международного «Кооперативного Центра», управляющего целым рядом проблем важнейшего общепланетарного значения, должна быть тщательно проанализирована с позиций этих самых проблем. Безусловно, такой пересмотр приведет к определенному изменению в толковании суверенитета, ибо часть традиционных «национальных» прав придется передать совместному международному органу.

И последнее. В первой части книги я говорил, что, несмотря на прекращение индивидуальной эволюции человеческого мозга, интеллект общества продолжает развиваться — постепенно формируется «коллективный интеллект» общества. Компьютерные сети, объединяющие персональные компьютеры, находящиеся в распоряжении отдельных людей, с большими вычислительными машинами, с коллективными банками данных, возможности диалога и обмена знаниями — все это создает предпосылки для превращения общества в некоторый единый «супермозг». Такая постановка проблемы объединения индивидуальных мыслительных потенциалов, которая предполагает возможность использования человека с его разнообразными знаниями и талантами в качестве своеобразных «сверхумных» нейронов, может казаться чистой фантастикой. Но нечто подобное должно уже сегодня происходить в области экологии, в сфере выработки стратегии во взаимоотношении Человека и окружающей среды.

Одна из задач, которую уже в самое ближайшее время придется решать Организации Объединенных Наций (или какой-либо из ее дочерних организаций), — это создание международной сети экологической информации. Такая сеть должна представлять собой систему банков данных о тех или

иных характеристиках окружающей среды, токсических свойствах различных отходов и выбросов и о многом другом, без чего невозможно оценивать экологические последствия разнообразных хозяйственных мероприятий. Эти банки должны постепенно наполняться: ни одна работа не может пропасть — это все частицы бесценного опыта! Экологические банки данных должны быть объединены в единую сеть и быть доступными любому пользователю, участвующему в разработке тех или иных задач, связанных с оценкой экологической перспективы, экологическим риском, или просто ведущему исследовательскую работу.

Подобная сеть должна также объединять и все известные и апробированные математические модели, и соответствующее математическое обеспечение. В результате все те специалисты, которые оказываются задействованными в соответствующих исследованиях или проектах, окажутся объединенными с помощью их собственных персональных компьютеров и единой общепланетарной компьютерной сети. Математическое обеспечение подобной сети должно, естественно, содержать некоторую поисковую систему, позволяющую исследователям или проектантам легко находить нужную им информацию.

Вот такая сеть уже будет значительным шагом в деле создания коллективного интеллекта, причем в той области человеческих знаний и деятельности, где она сегодня особенно необходима.

Эта «международная сеть экологической информации» должна быть и международной собственностью — она должна принадлежать Организации Объединенных Наций, хотя, может быть, и работать на коммерческой основе.

Обращение к человеку и новые проблемы

На этих замечаниях о коллективном интеллекте и его месте в исследованиях взаимодействия человека и окружающей среды я, наверное, и должен закончить книгу. Но это вовсе не означает, что тема исчерпана. Подойдя к проблемам современности и пытаясь заглянуть в завтра, я вижу множество неопределенностей и не рискую говорить о деталях грядущего развития, которые, всего вероятнее, окажутся совсем иными, чем они мне представляются сегодня. Но есть и еще одна причина, заставляющая меня остановиться на сказанном.

Мне, как и всякому исследователю, хотелось, конечно, создать некоторую целостную концепцию того предмета, которому я посвящаю свои усилия. Другими словами, я хотел

написать «Введение в теорию развития ноосферы». Но чем дальше я продумываю методологические и прикладные аспекты теории совместного развития Природы и Общества, чем ближе я подхожу к проблемам современности, тем больше я вижу ограниченность и недостаточность той схемы, которую я развил в этой книге. На этапе, который должен наметить переход в эпоху ноосферы, надо уже переходить к совершенно иным категориям, и теория, которая может здесь возникнуть, требует и другого языка, и иных подходов, ибо теперь речь должна идти о Человеке, его сущности.

Но начинать анализ проблем взаимоотношения Природы и Общества надо было именно с тех вопросов, которые обсуждаются в этой книге. С методологической позиции мне представляется важной та общая схема самоорганизации — схема алгоритмов эволюции, которая служит стержнем всей работы. Мне казалось очень важным показать, что Общество, его законы развития — это естественный этап развития нашего мира. На Земле Общества могло и не состояться — пути Природы прихотливы. Но коль скоро оно возникло, то оно такое же творение Природы, как и все остальные атрибуты нашего мира. Вот почему я считаю, что понять законы общественного развития, лучше сказать, алгоритмы эволюции Общества невозможно, не увидев их связи со всем предшествующим развитием нашего земного мира: те же законы дивергенции, та же неоднозначность выбора путей развития, та же роль лимитирующих факторов, которые присущи и другим проявлениям мирового процесса самоорганизации. Все они сохраняют свою силу, несмотря на появление Разума и постепенное утверждение его доминирующего положения на планете.

Вот с подобных позиций я пытался обсуждать и гуманитарные проблемы — выйти на вопросы Человека. Сделать их объектом изучения. Подобно тому, как мы начали изучать биосферу как некоторую единую целостность, мне казалось, что пришло время начать изучать Человека «в целом». Не отдельные его свойства и особенности, как это пытаются делать физиологи и психологи, а Человека как сложную систему, как естественный элемент общества одновременно. Попытаться связать свойства Общества и Человека, понять Общество через свойства Человека и обратно — понять свойства Человека, его поведение и поступки, выводя их из свойств Общества.

Однако эти вопросы, по-видимому, неизмеримо труднее всех тех, которые обсуждались в этой книге, и стоит ли говорить, что моя программа осталась невыполненной. И вместе с тем я полагаю, что проделанная работа дает один из важных ракурсов рассмотрения проблем коэволюции Природы и Общества.

Иван Одоевский в середине прошлого века сказал, что рационализм XVIII века подвел человека к вратам истины, но не ему суждено их открыть. Что-то подобное могу сказать и я, ибо то физикалистское мышление, которое лежит в основе предложенных в книге схем и анализа алгоритмов развития, в чем-то схоже с рационализмом XVIII–XIX веков и, во всяком случае, является его наследником. И так же, как и рационализм, предлагаемые физикалистские схемы алгоритмов эволюции мне представляются неизбежным этапом при создании той синтетической дисциплины, которую я хотел бы назвать «Теорией развития ноосферы», или «Теорией ноогенеза».

Вместе с Разумом в Природе родился новый феномен — Человек с его непредсказуемым поведением, которое порой очень трудно назвать рациональным — во всяком случае, с позиций тех представлений, которые являются каноническими. Хотя поведение, как и представления, тоже результат действия Разума — во всяком случае, так хочется думать. Игра страстей, иррациональность многих реакций говорят лишь об очень сложном духовном мире, который присущ и каждому человеку в отдельности, и группам людей, и Обществу в целом. Но без проникновения в этот духовный мир, без его познания что может дать Общество Человеку, кроме хлеба насущного? Да и его не сможет дать, не осознав себя и цели, которые порой самым непредсказуемым образом прорываются в действиях людей.

Одним словом, те рациональные схемы, о которых я рассказывал в этой книге, подводят нас к неизбежному выводу о необходимости изучения того феномена, который называется не просто «Человек», а «Духовный мир Человека». Нам необходимо понять, как из множественности и нетождественности этих духовных миров отдельных людей складывается духовный мир Общества. Можем ли мы влиять на него? И как он связан с целями развития Общества, определяет ли он их? И что вообще мы можем сказать о целях развития, хотя бы на самый малый отрезок времени? Как справиться с этими задачами, решение которых, казалось бы, должно определяться всей логикой предшествующего развития нашего мира?

Неумение ответить на подобные вопросы означает одно: духовный мир, рожденный вместе с Разумом, — это результат бифуркации куда более глубокой, чем мы себе представляем. Вместе с ней возникли и новые законы, которые мы называем законами общественного развития и которые стараемся вкладывать в ту или иную рациональную схему. Но действительность оказывается значительно сложнее: эти законы, скорее даже не законы, а расплывчатые тенденции, возникают нс

сами по себе, а как часть нечто большего. Возникает Мир, возникает своя Вселенная, в которую мы пока не можем проникнуть со своими грубыми методами анализа.

Может быть, отдельные мыслители и художники, такие гиганты, как Шекспир, Гёте, Гоголь, Достоевский, и смогли приоткрыть завесу человеческой Вселенной? Мне, исследователю-естественнику, трудно сказать что-либо утверждающее эту мысль. Это ведь совсем другая сфера жизнедеятельности человеческой личности. Нас порой разделяет пропасть, а мостов, объединяющих науку и искусство, пока нет. И признавая, что искусство — это тоже необходимая форма познания окружающего мира, возникшая вовсе не случайно в процессе становления разумной жизни, мы должны отчетливо представить себе жизненную необходимость этих мостов, необходимость включения Человеческой Вселенной как естественной составной части большой Вселенной, макрокосма, Универсума Тейяра-де-Шардена.

Без этого единства вряд ли можно говорить о глобальной стратегии человечества, о поисках путей в будущее. Без признания и последующего объединения существующего дуализма я не вижу возможности для преодоления тех трудностей, которые стоят на пути возвращения человека в лоно его единения с Природой.

Обдумывая пути подобного синтеза, я в заключение хотел бы заметить, что возникновение духовного мира Человека, его собственной Вселенной — это ведь тоже результат самоорганизации, саморазвития Человека как биологического вида и его общественных структур.

Эти соображения могут оказаться весьма полезными для создания концепции Человека. Более того, исторический, эволюционный подход мне представляется совершенно необходимой составляющей наших дальнейших усилий. Я надеюсь, что гуманитариям, которые идут к этим проблемам с другой стороны, предлагаемая позиция окажется необходимой.

Если мы соглашаемся признать, что становление духовного мира, присущего Человеку — носителю Разума, есть некоторый процесс самоорганизации, естественного саморазвития, то это означает признание того, что оно диктуется определенными потребностями популяции Homo sapiens, что оно есть результат отбора и, следовательно, подвержено действию случайностей и механизмам наследственности. Тогда возникает некоторая реальная основа для формирования исследовательской программы. И, по-видимому, первым шагом этой программы будет попытка понять, почему неоантропу понадобился

«духовный мир», какова его связь с развитием интеллекта, как исторически менялась эта связь, как и почему с развитием интеллекта и общественных форм жизни усложнялся и духовный мир человека?

Тогда все выстраивается в историческом контексте. Мы не просто будем регистрировать факты и особенности, но будем стараться понять их генезис как один из фрагментов единого мирового эволюционного процесса. Мы по-новому сможем увидеть и данные антропологии, и результаты изучения первобытных культур. Может быть, подобная позиция наведет переправу между наукой и искусством, которое дает отражение того реального духовного мира людей, который присущ данному народу и данной эпохе.

Изучая историю искусства — литературы, живописи, музыки, архитектуры, изучая оттенки религиозных верований и сопоставляя их с другими фактами, характеризующими материальные условия жизни людей, их общественные институты, мы сможем нащупать и новые подходы к изучению духовного мира человека.

Но здесь уже мало чем могут помочь общие разговоры — нужны целенаправленные научные программы и усилия больших коллективов исследователей.

Предлагаемая позиция «универсального эволюционизма» позволяет увидеть еще в одном ракурсе те идеи, которые исповедовали Достоевский и другие русские мыслители прошлого века. Люди не виноваты в том, что не все они честны, благородны, готовы к самопожертвованию, что они такие, какие они есть, — жадность, агрессивность, эгоизм — тоже неотделимы от них. И тем не менее они достойны любви. В самом деле, ведь такова их судьба, такова история развития биологического вида Homo sapiens, таковы те алгоритмы эволюции, которые управляли нашим развитием. И люди еще не знают того, что, не изменив надлежащим образом свое поведение, свое отношение друг к другу, не сменив шкалу ценностей и своих взаимоотношений с окружающей средой, они обрекут себя, свой род на деградацию, а может статься, и вымирание.

Вот почему в качестве первого шага в утверждении «нравственного императива» я полагаю необходимым реализовать Всемирную просветительскую программу. Это необходимо, но отнюдь недостаточно — подчеркну это еще раз.